FONDO PIZZOFALCONE
2948
BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine
NAZIONALE
B. Prov.
11
531
NAPOLI
R BIBLIOTECA
VITT EM III
Digitized by Google

Digitized by Google

03 - Geol.
II
531

35N
C09698

LA SCIENCE
DES
INGENIEURS
DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX
DE FORTIFICATION
ET D'ARCHITECTURE CIVILE.
DEDIE' AU ROY.

Par Mr BELIDOR, *Commiſſaire Ordinaire de l'Artillerie, Profeſſeur Royal des Mathématiques aux Ecoles du même Corps, membre des Academies Royales des Sciences d'Angleterre & de Pruſſe, Correſpondant de celle de Paris.*

A PARIS, RUE S. JACQUES.

Chez CLAUDE JOMBERT, au coin de la ruë des Mathurins, à l'Image Nôtre-Dame.

M. D. CC. XXIX.

Avec Approbations & Privilege du Roy.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

A V I S.

CELLOT, Libraire-Imprimeur, ci-devant RUE DAUPHINE, actuellement *rue des* GRANDS-AUGUSTINS, *la troisieme porte cochere à gauche par le quai*, donne avis au Public que l'on trouve chez lui tous les Livres concernant *l'Art militaire*, *le Génie*, *l'Artillerie*, *l'Architecture*, *les Mathématiques*, *le Deſſin*, &c. &c. &c., provenant du Fonds de Ch.-Ant. JOMBERT ſon beau-pere, Libraire du Roi pour *l'Artillerie* & *le Génie*, auquel il a ſuccédé.

AU ROY,

SIRE,

L'ART de Fortifier les Places étant devenu une des parties la plus eſſentielle à la ſureté des Etats ; j'oſe eſperer que VOSTRE MAJESTÉ, *ne déſaprouvera point la liberté*

que je prens de lui préſenter ce Traité. Il deviendra peut-être utile dans un tems où Elle veut rendre ſes Frontieres plus reſpectables que jamais, moins par la crainte des entrepriſes de ceux qui ſeroient jaloux de ſa Gloire, que pour occuper utilement ſes Troupes, & faire regner l'abondance dans ſon Royaume par les fonds conſidérables qui paſſent dans les mains de ſes Sujets. Vos bontés pour eux, SIRE, *s'étendent plus loin,* VOSTRE MAJESTE', *leur permet de percer des Canaux dans pluſieurs Provinces pour faciliter le Commerce. L'on conſtruit de toute part des Ponts & des Chauſſées, qui vont rendre les grands Chemins de la France auſſi beaux que ceux qui ont tant fait d'honneur aux Romains, les Sciences & les beaux Arts ſont de nouveaux progrès par les bienfaits que* VOSTRE MAJESTE', *répand ſur ceux qui s'y attachent. Elle a même voulu qu'à ſon exemple les Corps Militaires ſe fortifiaſſent dans les connoiſſances les plus propres à la Guerre, & à former les grands Hommes; car ſans parler des Camps magnifiques qu'Elle a ordonné, ni des avantages qu'Elle fait à la jeune Nobleſſe, eſt-il rien de plus digne de ſa Grandeur que les Ecoles qu'Elle a établies pour entretenir ſon Artillerie dans un exercice continuel. Tout marque,* SIRE, *la douceur de votre Regne, & le bonheur de la Paix dont nous joüiſſons, ce qui devient l'ou-*

vrage de votre Sageſſe, depuis que les plus grands Princes de l'Europe vous ont choiſi pour l'Arbitre de leurs interêts, comme le ſeul dont la prudence pouvoit calmer les troubles que les apparences de la Guerre avoient fait naître; Que cette époque, SIRE, *vous comble de Gloire, & va inſpirer d'amour & de confiance à toutes les Nations qui ſeront ſures de trouver en* VOSTRE MAJESTE', *un Protecteur dont le pouvoir ne ſe fait connoître que par la Juſtice & la Clemence! Que je m'eſtime heureux d'être né ſujet d'un ſi grand Roy, & de travailler pour ſon Service! Je ſens bien que ce que je puis faire eſt au-deſſous d'une ſi belle deſtinée; mais je ſçai,* SIRE, *que vous daignez jetter un regard favorable ſur ceux qui tâchent de marquer leur zele pour ce qui peut avoir quelque rapport au bien de l'Etat.* VOSTRE MAJESTE', *commençoit ſon Regne Glorieux quand j'ai ébauché l'Ouvrage dont voici le premier Volume; les Mathématiques qu'Elle cultivoit alors, me faiſoient découvrir pluſieurs voyes pour perfectionner les Fortifications, je n'ai ceſſé depuis de les appliquer à ce qui ſembloit n'avoir pas été traité avec aſſez de préciſion, dans l'eſperance que j'arriverois un jour juſqu'au pied du Thrône de* VOTRE MAJESTE', *pour lui offrir le fruit de mes veilles, la ſatisfaction d'y être parvenu, va faire toute ma félicité, & les recherches les plus*

pénibles, n'auront rien qui n'excite de nouveau mon émulation, lorſque je me rappellerai que le ſecond Volume me procurera encore un moment ſi précieux. Je ſuis,

SIRE,

DE VOSTRE MAJESTE',

Le très-Humble, très-Obéiſſant
& très-Fidéle Sujet & Serviteur,
BELIDOR.

Digitized by Google

PRE'FACE.

SI l'on conſidére tous les differens Travaux dont les Ingenieurs ont la conduite, l'on conviendra qu'il n'y a point de Profeſſion qui exige plus de connoiſſance que la leur. Car ſans parler de la maniere de diſpoſer les piéces de Fortification pour les rendre capables de toute la défenſe poſſible malgré les irrégularités des lieux & la figure bizarre d'une enceinte qu'on veut ménager, ni de tout ce qui peut les diſtinguer dans la Guerre des Siéges, quelle foule d'objets divers ne préſente pas la conſtruction des Fortifications, qui eſt la ſeule choſe que je me ſuis propoſé dans ce Volume; on ne peut parcourir les Places Frontieres ſans rencontrer à chaque pas des Ouvrages d'une conſtruction particuliere, quelquefois même ſans paſſer d'un lieu à un autre, on trouve dans le même endroit tout ce qui peut exercer pendant pluſieurs années les eſprits les plus laborieux & les plus capables des grandes choſes. Quand on veut entrer dans le détail, tout devient intereſſant, on apperçoit mille choſes eſſentielles qui échapent aux yeux de ceux qui regardent les Fortifications avec indifference : ici il faudra travailler dans des lieux aquatiques qui préſentent cent ſortes de difficultés à ſurmonter; là ce ſont des Rochers eſcarpés qu'il faut ſoûmettre aux régles de l'Art; plus loin conſtruire des Digues, des Ecluſes, des Ponts, des Formes, des Baſſins, des Jettées, des Fanaux, des Riſbans, des Moles & tant d'autres Ouvrages qui ſe font aux Places

Maritimes, ailleurs joindre une Riviere à une autre par des Canaux qu'il faudra peut-être faire paſſer ſur des Montagnes, pour de-là aller traverſer quelquefois un Marais & même une Riviere, ſans qu'elle devienne un obſtacle au chemin que le Canal doit parcourir pour faciliter la Navigation & le Commerce; d'autre part c'eſt un torrent rapide qu'il faut maintenir dans ſon lit, en conſtruiſant des Epys pour en conſerver les bords, ou empêcher qu'il ne détruiſe une Iſle fortifiée, ou ne s'aille répandre dans la Campagne, & y cauſer de grands dommages.

Préſentement ſi l'on examine l'interieur des Places, l'on y appercevra des Ouvrages de toute autre eſpece: ce ſeront des Portes de Villes, des Ponts, des Batardeaux, des Soûterains, des Arſenaux, des Citernes, &c. qu'il faut ſçavoir executer. Enfin l'on peut dire qu'un bon Ingenieur eſt un homme univerſel, & que rien ne fait plus d'honneur à la France que d'en avoir un très-grand nombre capable de toutes les choſes dont je viens de donner un cryon.

Quand on enviſage tout ce que comprennent les Fortifications, n'a-t-on pas lieu d'être ſurpris qu'il n'y ait eû juſqu'ici aucun Traité pour l'inſtruction des jeunes gens qui veulent prendre ce parti; car je compte pour rien ceux qu'on a mis au jour ſous le nom de Mr le Marêchal de Vauban, pour leur donner du crédit, & qu'il a toujours déſavoüé. D'ailleurs ces Traités n'apprennent tout au plus que le nom des Ouvrages, & à tracer ſur le Papier un front de Poligone avec quelques dehors, dont la plûpart ſont aſſez mal entendus: on n'y fait point mention de la conſtruction ni de tous les détails qui y ont raport. Ce n'eſt pas que nous n'ayons un nombre d'habiles gens qui pourroient nous en donner d'excellens, pluſieurs ont travaillé avec M. de Vauban, & il n'y a rien qu'on ne dût attendre

dre de leur capacité; mais leur ſilence eſt glorieux, le Roi leur a confié les Barrieres du Royaume, ſans ceſſe occupés à faire des ouvrages nouveaux, ou à maintenir les anciens en bon état, ils ſont privés du loiſir qu'il faudroit pour répandre leurs lumieres, & ſe contentent de les communiquer à ceux qui travaillent ſous leurs ordres.

Mais ſi l'on fait réflexion qu'on s'inſtruit fort lentement quand on n'apprend les choſes qu'à meſure qu'elles ſe préſentent, & qu'il arrive rarement qu'un jeune Ingenieur puiſſe voir dans une même Province toutes les differentes eſpeces de Travaux qui dépendent des Fortifications, l'on conviendra que rien ne ſeroit plus utile qu'un bon Livre dans lequel il pût acquerir une connoiſſance génerale de toutes les parties de ſon métier, afin que venant à paſſer d'une place à une autre, il ne ſe préſente rien dont il ne puiſſe avoir la conduite; dès qu'il joindra la Théorie à ce que la Pratique pourra lui apprendre. Il feroit alors beaucoup plus de progrès, & pourroit en peu de tems ſe mettre en état de marcher ſur les traces des plus grands Maîtres.

On ne peut diſconvenir qu'un tel Livre ne fût d'une grande utilité: ſans doute que l'on m'accuſera de témerité d'avoir oſé l'entreprendre. Quand je l'ai commencé, ſi j'en avois conçû toute la conſéquence, je me ſerois bien gardé d'y penſer; peut-être aurois-je pris le parti le plus ſage, & me ſerois épargné par-là beaucoup de peines & d'inquiétudes. Mais ce n'eſt ordinairement qu'après avoir travaillé long-tems qu'on s'apperçoit du danger qu'il y a de ſe faire Imprimer; parce que devenant plus délicat, on ceſſe de voir ſes Ouvrages avec la même complaiſance, on mépriſe au bout de quatre jours ce qu'on avoit trouvé paſſable d'abord, & on n'eſt jamais content de ſoi par l'envie qu'on a de mieux faire.

PRE'FACE.

Il y a 13 ou 14 ans que j'ai ébauché celui-ci, ſans avoir pû me perſuader qu'il méritât d'être mis au jour, & peut-être ne ſeroit-il pas ſorti de mon Cabinet, ſi j'en avois été entierement le maître. Je n'affecte point une fauſſe modeſtie, les perſonnes aux lumieres deſquelles j'ai ſoûmis mes écrits, rendront juſtice à la ſincerité de mes ſentimens: la gloire d'avoir fait un Livre ne s'eſt jamais préſentée à mon eſprit d'une maniere aſſez riante pour me ſentir flatté de la qualité d'Auteur. Je n'ai jamais perdu de vûë la cenſure à laquelle j'allois m'expoſer, & cette penſée m'a même ſouvent intimidé; cependant j'ai fait enſorte d'en tirer avantage en conſidérant la rigueur du Public comme un motif excellent pour me rendre circonſpect. Tout le monde eſt d'accord que ce n'eſt que depuis qu'on l'a regardé comme un Juge inexorable, que l'émulation des Gens de Lettres s'eſt accrûë, & que les Bibliotheques ſe ſont groſſies d'un grand nombre de Livres en toutes ſortes de genre, qui ne ſeroient peut-être pas ſi achevés, ſi ceux qui les ont produit, n'avoient apprehendé le ridicule que les Gens de bon goût ont coûtume de donner à tout ce qui porte un caractere de médiocrité; il eſt vrai qu'il y a des matieres ſi abondantes par elles-mêmes, que pour peu qu'on les traite avec méthode, on peut ſe tirer plus heureuſement d'affaire, celles dont je parle ſont de cette nature, & pour juger du Plan géneral que je me ſuis propoſé: en voici la diſpoſition.

Il s'agit de quatre Volumes in-quarto, accompagnés d'un très-grand nombre de Planches gravées en Taille-douce, qui comprennent les Plans, Profils & élevations des differens ſujets qu'on s'eſt propoſé de développer. De ces quatre Volumes il y en a deux qui regardent l'Art de fortifier les Places dans toute ſorte de ſituation, la maniere de les attaquer & de les deffendre relativement

à ce qui s'eſt pratiqué de mieux depuis l'invention de la Poudre ; les deux autres ont pour objet la conſtruction des Fortifications & de tous les Ouvrages qui en ſont partie, & c'eſt le premier de ces deux-là que je donne préſentement, puiſque l'ordre naturel demande que l'on parle de la maniere de conſtruire les Places qu'on veut fortifier avant de donner des maximes pour les attaquer & les deffendre, ce n'eſt pas que ces deux objets n'ayent un raport intime, auſſi l'a-t-on inſinué aux endroits où il convenoit d'en faire mention ; d'ailleurs on n'a pas voulu donner les quatre Volumes à la fois, afin d'avoir plus de facilité pour l'impreſſion, & ne point engager le Public tout d'un coup dans une dépenſe qui auroit pû gêner pluſieurs perſonnes : ajoûtons que les Volumes qui conviendroient aux uns, ne conviendroient peut-être pas aux autres, ſelon le goût que l'on peut avoir pour les matieres qui intereſſent plus ou moins, chacun faiſant un Traité à part qui peut être détaché du reſte ; c'eſt pourquoi je ne m'arrêterai point à les détailler, pour ne m'attacher uniquement qu'à celui-ci, afin d'éviter la confuſion que pourroient faire naître tant de ſujets differens.

Ce Volume eſt diviſé en ſix Livres. Dans le premier on enſeigne la maniere d'appliquer les Principes de la Mécanique à la conſtruction des revêtemens de Maçonnerie pour ſçavoir l'épaiſſeur qu'il faut leur donner par raport à la pouſſée des terres qu'ils ont à ſoutenir, on y fait voir ſuivant quelle loy cette pouſſée agit, de quelle réſiſtance les contreforts peuvent être capables, ſelon leur longueur, leur épaiſſeur & la diſtance où ils ſeroient les uns des autres ; en un mot ce Livre comprend beaucoup de choſes très-utiles, dont la plûpart n'avoient pas encore été traitées.

Dans le ſecond, l'on conſidere de quelle maniere ſe fait

la pouſſée des Voûtes, afin d'en tirer des régles générales & certaines pour déterminer l'épaiſſeur de leurs Piés-droits, ſelon la figure que l'on voudroit donner aux Voûtes dans les differens uſages qu'on en fait pour les Fortifications, ſoit aux Soûterreins, Portes de Ville, Magaſins à Poudre, &c. On y parle auſſi des Culées des Ponts par raport à la pouſſée des Arches & de pluſieurs obſervations touchant l'execution de ces ſortes d'Ouvrages.

Dans le troiſiéme on trouvera pluſieurs diſſertations ſur les qualités & le choix des matériaux, avec la maniere de les mettre en œuvre dans toutes ſortes de travaux, les détails dans leſquels il faut entrer pour en faire les eſtimations & les Devis, ce qu'il faut obſerver dans les grands Atteliers pour le tranſport & le remuëment des terres, la façon de les employer, & comme on doit conſtruire les Voûtes des ſoûterreins. On s'eſt étendu particulierement ſur les differentes eſpeces de fondemens qu'on pouvoit faire dans toute ſorte d'endroits, principalement dans ceux qui préſentent de grands obſtacles à vaincre; & pour tout dire enfin, on a ſuppoſé dans ce Livre qu'on avoit une Place neuve à bâtir pour avoir lieu de parler de tous les gros Ouvrages de Fortification, & d'en montrer la conduite depuis le tracé du projet juſqu'à ſon entiere execution.

Dans le quatriéme on a eu pour objet la conſtruction de tous les Edifices qui ſe font aux Places de Guerre; comme ſont les Portes de Ville, Corps de Gardes, Redoutes, Magaſins, Arſenaux, Cazernes, Boulangeries, Cantines, Citernes, &c. On y donne auſſi des régles générales pour l'Architecture Civile, & des principes ſur la force des bois de Charpente; enfin on eſt entré dans le détail de toutes les differentes parties qui ſe rencontrent dans la conſtruction des Edifices.

Dans le cinquiéme on enſeigne ce qui peut appartenir

à la décoration, c'eſt-à-dire, que l'on y donne les cinq Ordres d'Architecture avec les régles & les maximes des plus fameux Architectes tant anciens que modernes, pour orner les Bâtimens & leur donner cette élégance qui les diſtingue du commun.

Enfin dans le ſixiéme Livre on montre la maniere de faire les Devis de tous les Ouvrages contenus dans les précedens, on en raporte des Exemples détaillés & circonſtanciés avec le plus de netteté qu'il a été poſſible; on y trouvera auſſi pluſieurs obſervations ſur la forme des adjudications, & les conditions ſous leſquelles on doit paſſer les marchés aux Entrepreneurs. Et pour rendre ce Livre plus inſtructif & ſuivre l'eſprit du troiſiéme & du quatriéme, on a commencé par donner un modéle de Devis général pour une Place neuve qu'on auroit à conſtruire, accompagné de quelqu'autres Devis particuliers qui ſerviront pour dreſſer ceux des Ouvrages qui ſe font le plus ordinairement dans les Places.

Comme ces ſix Livres ſont autant de petits Traités complets dans leur genre, on a affecté en les imprimant, de les détacher les uns des autres, afin de contribuer à la ſatisfaction de pluſieurs perſonnes qui déſiroient les avoir ſéparés, ou les faire relier en deux Tomes plus commodes, ſelon eux, que s'ils n'étoient qu'en un ſeul; c'eſt pourquoi les pages de chaque Livre ſont cottées à part. J'ajoûterai auſſi que dans le premier & le ſecond & dans la ſuite des autres, lorſque l'on verra à la marge V. le C. art. &c. Cela veut dire voyez tel article du Cours de Mathematique. J'entends celui que j'ai fait à l'uſage de l'Artillerie & du Génie, qui ſe trouve chez le même Libraire qui vend mes Ouvrages; car comme ce Cours a été compoſé exprès pour faciliter l'intelligence des choſes de Théorie qui demandoient des connoiſſances préliminaires, & que

j'aurois eu peine à indiquer ailleurs, il étoit naturel que j'y euſſe recours plutôt qu'à tout autre.

A l'égard du ſecond Volume, on y trouvera généralement tous les Ouvrages qui appartiennent à l'Architecture Hydraulique, avec un Dictionnaire fort ample des termes propres à la Fortification & à l'Architecture, & j'oſe bien aſſurer que ce Volume ſera au moins auſſi intereſſant que le premier. Ayant encore des augmentations à y faire, il ne paroîtra pas cette année, comme je l'avois fait eſperer: mais le Public n'y perdra rien; je tâcherai de payer avec uſure l'attente de ceux qui voudront bien y prendre quelque part; d'ailleurs il eſt à propos que je ſçache le jugement qu'on portera de celui-ci, afin que ſi j'apprenois qu'il y eût des augmentations ou des corrections à y faire, on pût les donner par ſuplément. Pour les fautes d'Impreſſion, je ne doute pas qu'on n'en rencontre quelques-unes; mais je ne les crois point aſſez de conſéquence pour arrêter le Lecteur; c'eſt pourquoi je n'ai pas fait d'errata.

Malgré toutes les meſures que j'ai pû prendre pour rendre cet Ouvrage le plus achevé qu'il m'a été poſſible, j'ai crû ne devoir le mettre au jour qu'après l'avoir expoſé tout de nouveau à la cenſure des Ingenieurs du premier ordre; & Mr le Marquis Dasfeld ayant bien voulu s'intereſſer à tout ce qui pouvoit perfectionner mon deſſein, je l'ai prié de me nommer pour Commiſſaires quatre Directeurs des Fortifications: auſſi-tôt qu'il ſe fut rendu à mes inſtances, je leur préſentai mon manuſcrit qu'ils prirent la peine d'examiner conjointement avec les Ingenieurs en Chef, & les autres qui ſe ſont trouvés ſur les lieux. Et comme il eſt permis de ſe faire honneur des Approbations que les Perſonnes équitables & éclairées veulent bien nous accorder. Voici celles de Meſſieurs de Vauban, Demus, de Vallory, & Gittard.

APPROBATIONS.

NOUS Lieutenant General des Armées du Roy, Grand-Croix de l'Ordre Militaire de Saint Louis, Gouverneur des Villes & Château de Bethune, Directeur des Fortifications des Places de la Province d'Artois; certifions avoir lû & examiné, à la recommandation de M. le Marquis Dasfeld, avec autant d'exactitude qu'il nous a été poſſible, un Manuſcrit intitulé: La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé qui ne ſoit conforme à ce qui ſe pratique de mieux pour la conſtruction des Ouvrages de Fortification, Ecluſes & Edifices Militaires, la plûpart des matieres qui étoient ſuſceptibles des régles de Géometrie, y ſont traitées avec préciſion & netteté, ce qui pourra contribuer à la perfection des Ouvrages, je juge même que les Ingenieurs pourront ſe ſervir très-utilement des régles qui y ſont enſeignées, & qu'en général ce Livre ne peut être que très-avantageux au Service du Roy, & à ceux qui ſont chargés de la conſtruction des Ouvrages de Sa Majeſté. Fait à Bethune ce 17 May 1728. Signé,* DE VAUBAN.

Nous ſouſſigné Chevalier de l'Ordre Royal & Militaire de Saint Louis, Brigadier des Armées du Roy, Ingenieur, Directeur des Fortifications des Places du Soiſſonnois & de partie de celle de Picardie; certifions avoir vû, lû & examiné par ordre de M. le Marquis Dasfeld avec toute l'attention dont nous ſommes capables, un Manuſcrit contenant 22 Cahiers, accompagné d'un grand nombre de Planch. qui doivent compoſer un Ouvrage intitulé: La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien reconnu qui ne ſoit très-bon, très-utile au Service du Roy, & avantageux à tous ceux qui s'appliquent à la Profeſſion d'Ingenieur; les matieres y étant traitées ſelon l'uſage que j'ai vû pratiquer dans pluſieurs Places depuis 56 ans que je fais travailler. Fait à S. Quentin le 28 d'Avril 1728. Signé,* DEMUS.

Nous ſouſſigné Chevalier de l'Ordre Militaire de S. Louis, Directeur des Fortifications de la Flandre; certifions avoir vû, lû & examiné avec ſoin par ordre de M. le Marquis Dasfeld, un Manuſcrit accompagné de Planches, qui a pour titre: La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé que de très-bon, très-utile & démontré avec toute l'exactitude & la capacité requiſe, tant Géométriquement que par la pratique ordinaire, & jugeons que ce travail ne peut être que très-utile & avantageux pour le Service du*

Digitized by Google

Roy, & à ceux qui s'appliquent à la connoiſſance des Fortifications, puiſqu'ils ne pourront point ſe ſervir d'une Méthode plus facile & plus exacte que celle qui y eſt démontrée. Fait au Queſnoy ce 2 May 1728. *Signé*, VALLORY.

Nous ſouſſigné Chevalier de l'Ordre Militaire de S. Louis, Commandant pour le Roy au Fort de S. Sauveur de Lille, Ingenieur ordinaire du Roy, ayant la Direction des Fortifications des Ville & Citadelle de Lille; certifions avoir vû, lû & examiné avec ſoin un Manuſcrit qui a pour titre: La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé que de très-bon & très-utile, bien démontré Géometriquement dans pluſieurs parties eſſentielles qui n'avoient été juſqu'à préſent miſes en uſage que par pratique, ce qui pourra beaucoup contribuer à la perfection des Ouvrages de Fortification, & devenir très-utile pour le Service du Roy, & à perfectionner les jeunes Ingenieurs qui trouveront dans ce Traité avec beaucoup d'exactitude & de netteté ce qui ne ſe rencontre point dans aucun des Auteurs qui ont traité des Fortifications. Fait à Lille ce 9. May* 1728. *Signé*, GITTARD.

Ayant traité dans le cinquiéme Livre, comme je l'ai inſinué cy-devant, tout ce qu'on pouvoit dire de plus eſſentiel ſur les Ordres d'Architecture. J'ai conſulté auſſi Meſſieurs les Architectes du Roy, entr'autre Mr de Cotte qui a bien voulu prendre la peine d'examiner non-ſeulement ce qui appartenoit à la Décoration; mais encore les autres parties de cet Ouvrage. Et voici le jugement qu'il en a porté.

Nous ſouſſigné Chevalier de l'Ordre de S. Michel, premier Architecte, Intendant des Bâtimens, Arts & Manufactures du Roy, Directeur de l'Académie Royale d'Architecture: certifions avoir lû & examiné avec beaucoup de ſoin, un Manuſcrit accompagné d'un grand nombre de Planches, qui compoſent un Livre intitulé: La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé qui ne ſoit traité avec beaucoup de méthode & de capacité, les choſes les plus ordinaires y étant miſes dans un jour qui les rend intereſſantes, & celles qui ſont d'une plus grande conſideration, étant perfectionnées par de nouvelles régles qui rendent cet Ouvrage digne des éloges des plus habiles Gens, rien n'étant mieux traité que la Mécanique & Conſtruction des revêtemens de Terraſſe & des Voûtes; c'eſt le jugement que j'ai crû en devoir porter dans les ſentimens de rendre juſtice à l'Auteur qui travaille avec tant de zele pour la perfection des Arts & des Sciences. Fait à Paris ce 24 May* 1728. *Signé*, DE COTTE.

LA SCIENCE

LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE PREMIER.

Où l'on enſeigne la maniere de ſe ſervir des principes de la Mécanique, pour donner les dimenſions qui conviennent aux revêtemens des Ouvrages de Fortification, pour être en équilibre avec la pouſſée des Terres qu'ils ont à ſoûtenir.

DEPUIS qu'on a cherché dans les Mathématiques les moyens de perfectionner les Arts, on y a fait des progrès qu'on n'eût oſé eſperer auparavant ; mais comme il n'y a qu'un petit nombre de perſonnes qui ſont en état de juger juſqu'où peut mener cette ſcience, on a peine à ſe perſuader qu'elle ſoit capable de toutes les merveilles qu'on lui attribuë, ce que l'on a découvert de plus avantageux, étant juſtement ce qui eſt ignoré du Public,

& même de ceux qui pourroient s'en ſervir utilement, par l'éloignement où ils ſont de comprendre les principes qui ont conduit à la recherche d'une infinité de choſes utiles, à moins qu'ils ne s'en inſtruiſent & ne ſe mettent, pour ainſi dire, eux-mêmes en état de faire des découvertes; d'ailleurs l'opinion qu'il n'y a que la ſeule pratique qui peut les mener au but, eſt encore un obſtacle qui n'eſt pas le moins difficile à vaincre, il eſt bien vrai que l'expérience contribue beaucoup à donner des connoiſſances nouvelles, & qu'elle fournit tous les jours aux plus habiles gens des ſujets de réflexion dont ils ne ſe ſeroient peut-être point aviſés ſi elle ne les avoit fait naître. Mais il faut que cette expérience ſoit éclairée, ſans quoi, l'on ne peut avoir que des idées très-confuſes ſur tout ce qui ſe preſente, on voit toujours les objets par la même face, on veut qu'ils ſoient tels qu'on nous a dit qu'ils étoient, ou tels qu'il a plû à notre imagination de nous les repreſenter : & qu'on ſoit dans le vrai ou non, on paſſe toute ſa vie ſans rien ſçavoir de juſte & de précis ſur ce que l'on croit pourtant poſſeder le mieux. Delà vient que bien des choſes imparfaites demeurent toujours dans le même état, elles ſe tranſmettent d'une poſtérité à l'autre avec les mêmes défauts, & ſi par hazard quelqu'un s'aviſe de les remarquer; auſſitôt tous les gens du métier ſe révoltent contre la nouveauté, l'on a peine à ſe figuret que ceux qui n'ont point travaillé toute leur vie à certains ouvrages, puiſſent en raiſonner juſte, & la vérité toute eſtimable qu'elle eſt ſe trouve ſouvent obligée de garder le ſilence, ou de prendre des meſures & des ménagemens pour s'inſinuer. Cela vient ſans doute, de ce que la plûpart des hommes ne conſultent point aſſez la raiſon; eſclaves du préjugé, c'eſt preſque toujours l'uſage qui les détermine, & pour ne parler que de *l'Architecture*, qui eſt le ſeul objet que j'ai en vue, n'eſt-il pas ſurprenant que depuis le tems qu'on la cultive, on l'ait ſi peu perfectionnée en certains points eſſentiels qui en ſont comme la baſe; car ſi l'on en excepte quelques regles de convenance & de goût, qui appartiennent à la décoration, on n'a rien d'aſſez précis ni d'exact ſur la plûpart du reſte, aucun Architecte n'a donné des principes pour trouver le point d'équilibre entre les forces agiſſantes & celles qui doivent réſiſter, on ne ſçait pas, par exemple, quelle épaiſſeur, il faut donner aux revêtemens des Terraſſes, ou à ceux des Rempars, des Quays & des Chauſſées, aux piés-droits des Voûtes, aux Culées des Ponts, pour être en équilibre par leur réſiſtance avec la pouſſée que ces différens murs doivent ſoûtenir, ſans y employer des matériaux ſuperflus.

S'il manque quelque choſe à l'Architecture, c'eſt que ceux qui en ont traité, ont voulu tirer tout du même fond, & ſe paſſer des ſecours qu'ils ont cru étrangers à leur ſujet, n'ayant pas conſidéré que les ſciences doivent ſe donner des lumieres mutuelles, & que celle-ci roulant ſur des rapports, il n'y avoit que les Mathématiques qui puſſent les déterminer, ils ont pourtant bien ſenti qu'il leur manquoit quelque choſe; mais comme la plûpart n'avoient que très-peu ou point du tout de connoiſſance de la Mécanique ni de l'Algebre, qui ſeules pouvoient donner ce qu'ils cherchoient, il n'eſt pas étonnant qu'ils n'y ayent point eu recours, & qu'ils s'en ſoient tenu à une certaine pratique, qui à la vérité leur a réuſſi dans bien des cas, parce qu'ils n'ont point épargné les matériaux, quand ils ont eu quelque ſujet d'apprehender que leur ouvrage ne fut point aſſez ſolide.

Après cela quand on parviendroit à trouver des regles qui donneroient à l'Architecture toute la perfection poſſible, il eſt à craindre qu'on n'en tire pas toute l'utilité qu'on pourroit ſe promettre, parce que les régles que les Géometres donneront ne pourront pas être entendues auſſi aiſément qu'on a coutume d'entendre les Livres ordinaires de l'Architecture, & qu'il faudra abſolument employer l'Algebre & la Mécanique, ces ſortes de choſes ne pouvant s'expliquer dans un autre langage. On aura beau dire qu'on n'y comprend rien, ce ne ſera point la faute de ceux qui auront fait de leur mieux pour donner des principes nouveaux & plus certains que ceux que l'on avoit. Mais pourquoi dira-t'on, vouloir aſſujettir l'Architecture à tant de connoiſſances abſtraites? les Architectes juſqu'ici n'ont pas ſçû l'Algebre, & leurs ouvrages n'en ſont pas moins ſolides, ni moins beaux. Je conviens qu'on ne ſçauroit trop les admirer, & qu'il eſt ſurprenant qu'ils ayent pu ſe paſſer des régles dont je parle; cela vient apparemment du long uſage où ils ont été de faire éxécuter ſouvent la même choſe, qui leur a fourni certaines pratiques dont ils ſe ſont bien trouvés; mais quel tems ne leur a-t'il pas fallu avant d'être capables de travailler hardiment? à peine toute leur vie a-t'elle pû ſuffire; la malheureuſe condition des hommes étant d'arriver au dernier terme de leurs jours lorſqu'ils commencent ſeulement à ſavoir quelque choſe; il faudroit donc pour tirer le meilleur parti qu'il eſt poſſible d'une vie ſi courte, apprendre avec méthode, ce qu'on a envie de ſavoir, avoir des régles ſures & démontrées, afin qu'en étant une fois prevenu, on ne ſoit pas obligé d'attendre que l'experience ou le hazard nous les apprenne; ainſi dans quelque profeſſion que l'on ſoit, il

faut entrer dans ſa carriere avec le plus de fond qu'il eſt poſſible; enſuite mettre à profit nos réflexions, ou celles des autres, ſur les différens cas qui ſe préſentent; c'eſt-à-dire, qu'il ſeroit à ſouhaiter qu'on commençât où ceux qui nous ont précédé ont fini, parce que ce qu'ils nous auront laiſſé, nous inſtruira preſque autant que ſi nous l'avions pratiqué nous-mêmes; mais quoique bien des choſes leur ayent réüſſi, il eſt à propos de ne les imiter que dans celles où l'on apercevra les raiſons qu'ils ont eu d'agir de telle & telle maniere, car comme les lieux, les circonſtances, les différentes eſpeces de matériaux peuvent favoriſer ou alterer l'exécution d'une même choſe, il ſeroit à craindre que ce qui a réüſſi aux uns, ne faſſe échoüer les autres. Ainſi pour commencer à ſuivre la méthode ſelon laquelle il m'a paru que l'Architecture devoit être traitée. (C'eſt-à-dire, cette Architecture qui appartient principalement à l'Ingenieur,) nous allons enſeigner dans ce Livre-ci, une nouvelle théorie pour régler l'épaiſſeur des revêtemens de maçonnerie, qui à ce que je croi, ſera bien reçuë de ceux qui ſeront à portée de l'entendre, puiſqu'ils y trouveront la réſolution d'un grand nombre de Problêmes utiles, dont ils pourront tirer beaucoup de connoiſſances, j'aurois bien voulu me ſervir d'une autre voïe que celle de l'Algébre pour me faire entendre, mais je n'ai pû m'en paſſer, ce qui me fait aprehender que ceux qui ne ſont que trop prévenus contre cette ſcience, ne ſe préviennent auſſi contre mon Ouvrage, & n'en tirent pas tout le fruit que j'ai eu en vûë de leur procurer; je n'ai pourtant rien négligé pour me faire entendre clairement, je me ſuis ſervi par tout des expreſſions les plus ſimples, terminant chaque propoſition par un calcul Arithmétique, & par des aplications qui pourront être entenduës de tout le monde, n'ayant pas voulu conſtruire mes égalités ſelon la méthode ordinaire des Géométres, crainte de donner à mon Ouvrage un air ſavant qui n'auroit fait que le rendre encore plus inacceſſible à ceux pour qui j'écris.

Comme avant toutes choſes, il faut connoître les centres de gravité des Figures ſur leſquelles nous ſerons obligé d'opérer, je vais enſeigner ce qu'il faut ſçavoir là-deſſus dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on donne la maniere de trouver les centres de gravité de pluſieurs Figures.

DE'FINITION.

IL y a dans tous les corps peſans, c'eſt-à-dire, dans toutes les Figures peſantes, un point par lequel cette Figure étant ſuſpenduë, ou ſoutenuë comme ſur la pointe d'un pivot fort aiguë, toutes les parties de la Figure demeurent en équilibre ou en repos, or ce point eſt nommé *le centre de gravité* de la Figure.

PROPOSITION PREMIERE.

THE'OREME.

1. *Si l'on diviſe en deux également les côtés oppoſés* AB, *&* CD, *d'un Paralellograme, & qu'on tire la ligne* EF, *je dis que le centre de gravité de ce Paralellograme, eſt dans le milieu de cette ligne.* PLANCH. I. FIG. 2.

DEMONSTRATION.

Il eſt certain que la ligne *EF*, paſſant par le milieu de tous les élemens qui compoſent le Paralellograme, leur centre commun de gravité ſera dans un des points de cette ligne; de même ſi par le milieu des côtés *AC*, & *BD*, on tire la ligne *GH*, le centre de gravité du Paralellograme ſera auſſi dans cette ligne *GH*, il ſera donc au point *I*, où ces deux lignes ſe rencontrent *C. Q. F. D.*

Remarque premiere.

2. Quoique l'on ait coutume de conſidérer un Plan ſans nulle épaiſſeur, quand il s'agit de la ſuperficie des corps, cela n'empêche pas qu'on ne puiſſe attribuer une peſanteur aux Plans dont nous parlons, ſans que pour cela il faille leur ſupoſer une épaiſſeur ſenſible: cependant comme cette peſanteur ne peut être meſurée par aucun poids, nous regarderons la valeur de la ſuperficie des Plans,

comme tenant lieu de la peſanteur qui entre dans la Mécanique dont nous parlons; ainſi on peut imaginer que deux Plans homogenes ſont en équilibre aux extrêmités des bras d'un levier, quand les ſuperficies de ces Plans ſont dans la raiſon réciproque des bras du levier.

Remarque ſeconde.

3. Puiſque l'on peut conſidérer la ſuperficie d'un Plan comme exprimant la peſanteur qu'on lui attribuë, on poutra donc, comme dans la Mécanique ordinaire, ſupoſer toute la peſanteur du Plan, c'eſt-à-dire ſa ſuperficie, réünie autour d'un point pris à volonté dans la ligne de *direction* qui paſſera par le centre de *gravité*; par exemple, nommant *a*, la hauteur *AC* du Paralellograme; & *b*, la baſe *CD*; ſa ſuperficie ſera *ab*; or ſi on la ſupoſe réünie dans le poids *K*, qui eſt dans un des points de la ligne *IL*, tirée du centre de gravité *I*; l'on pourra donc dire que la peſanteur de ce poids eſt exprimé par *ab*.

FIG. 1.

Remarque troiſiéme.

4. Comme les Plans dont il ſera queſtion, repréſenteront des profils de Maçonnerie ou de Terraſſe, il faudra avoir égard non-ſeulement à leur ſuperficie quand ils tiendront lieu d'une puiſſance ou d'un poids; mais encore à la nature des corps dont ils ſeront la coupe, par exemple ſi on a un levier dont le point d'apui ſoit dans le milieu, & qu'un Plan de ſix pieds quarrés provenant d'une coupe de Maçonnerie, ſoit ſuſpendu à l'extrêmité d'un des bras; on ne peut pas dire que ce Plan puiſſe ſe mettre en équilibre avec un autre de ſix pieds quarrés provenant d'une coupe de terre, parce qu'un pied cube de maçonnerie peſant davantage qu'un pied cube de terre, il faut s'imaginer que le premier Plan péſe davantage que le ſecond, dans la raiſon qu'un pied cube de Maçonnerie péſe plus qu'un pied cube de terre; or comme nous avons beſoin de connoître ce raport, parce qu'il aura lieu dans cette Mécanique, l'on ſaura que le poids d'un certain volume de Maçonnerie eſt à celui d'un pareil volume de terre, à peu-près comme 3 eſt à 2, c'eſt-à-dire, que la terre peſe moins d'un tiers que la Maçonnerie.

Remarque quatriéme.

5. Si l'on avoit donc une puiſſance repréſentée par un nombre

de pieds quarrés provenant d'un profil de terre, qu'on voulut mettre en équilibre avec un poids provenant d'un profil de Maçonnerie, il faudra prendre les deux tiers de la puiſſance afin de la rendre homogene à la Maçonnerie, car comme la terre peſe moins d'un tiers que la Maçonnerie, on ne pourra jamais faire avec ces deux matieres differentes des raports de poids à poids, qu'on ne faſſe une réduction dans le volume de la plus legere.

PROPOSITION SECONDE.

THEORE'ME.

6. Si l'on a un triangle ABC, *quelconque, & que l'on diviſe la baſe* AC, *en deux également au point* D, *je dis que le centre de gravité de ce triangle, ſera dans le tiers de la ligne* BD, *menée de l'angle* B, *au milieu de la baſe* AC, *qui lui eſt opoſée.* FIG. 2.

DEMONSTRATION.

Pour le prouver, je diviſe le côté *BC*, en deux également au point *E*, & de l'angle *A*, qui lui eſt opoſé, je tire la ligne *AE*, enſuite je prolonge le côté *BA*, indéfiniment & des points *D* & *C*, je mene à la ligne *AE*, les paralelles *DG*, & *CH*, cette préparation étant faite; conſidérez que ſi l'on ſupoſe le triangle *ABC*, compoſé d'une infinité d'élemens paralelles à la baſe *AC*, la ligne *BD*, les diviſera tous en deux également; & qu'ainſi le centre commun de peſanteur de la ſomme de tous ces élemens ſera dans l'un des points de la ligne *BD*, de même ſupoſant encore le triangle *ABC*, compoſé d'une infinité d'élemens paralelles au côté *BC*, la ligne *AE*, les partageant en deux également, le centre de peſanteur de toute leur ſomme ſera encore dans l'un des points de la ligne *AE*; or puiſque le centre de gravité de tous les élemens du triangle de quelque ſens qu'on puiſſe les prendre, eſt d'une part dans la ligne *BD*, & de l'autre dans la ligne *AE*, le centre de gravité du triangle ſera donc au point *F*, où ces deux lignes ſe coupent; ainſi il faut faire voir preſentement que le point *F*, eſt éloigné de *D*, du tiers de la ligne *BD*.

Pour cela remarquez en premier lieu que dans le triangle *BHC*, le côté *BC*, eſt diviſé en deux également au point *E*, & que la ligne *AE*, étant paralelle à *HC*, le côté *BH*, ſera auſſi diviſé

également au point *A*; en ſecond lieu, que dans le triangle *AHC*, le côté *AC*, eſt diviſé en deux également au point *D*, que *DG*, étant paralelle à *CH*, le côté *AH*, ſera encore diviſé en deux également au point *G*; or la ligne *AG*, étant moitié de *AH*, elle ſera auſſi moitié de *AB*, puiſque nous avons prouvé que *AB*, étoit égal à *AH*, ainſi *AG* ſera le tiers de *BG*, mais comme dans le triangle *BGD*, *AF* eſt paralelle à *GD*, il s'enſuit donc que la ligne *AG*, étant le tiers de *BG*, la ligne *FD*, ſera le tiers de *BD*, *C. Q. F. D.*

Remarque premiere.

7. Pour apliquer ceci au triangle rectangle, qui eſt celui dont nous nous ſervirons le plus ordinairement dans la ſuite, remarquez ſelon le théoreme précédent, qu'ayant diviſé la baſe *BC*, en deux également au point *D*: (car nous prenons ici un des petits côtés pour la baſe:) & tiré la ligne *AD*, le point *E*, qui eſt au tiers de cette ligne, ſera le centre de gravité du triangle rectangle *ABC*, or ſi de ce point l'on abaiſſe la perpendiculaire *EF*, ſur la baſe *BC*, elle ſera la ligne de direction qui paſſe par le centre de gravité, mais *ED* étant le tiers de *AD*, *DF*, ſera le tiers de *BD*, à cauſe des paralelles *EF*, & *AB*; ainſi *FD* ſera la ſixiéme partie de la baſe *BC*, & la ligne *BF*, étant double de *FD*, elle ſera par conſéquent les deux ſixiémes, ou ce qui eſt la même choſe, le tiers de la baſe *BC*; l'on peut donc dire que dans un triangle rectangle, la ligne de direction *EG*, qui paſſe par le centre de gravité, paſſe auſſi par le tiers de la baſe *BC*.

FIG. 3.

Remarque ſeconde.

8. Si l'on avoit un triangle rectangle & qu'on voulut réünir toute ſa peſanteur; c'eſt-à-dire, ſa ſuperficie dans un des points de la ligne de direction, il n'y auroit qu'à diviſer la baſe *BC*, en trois parties égales, & de l'extrêmité *F*, du tiers qui répond à l'angle droit, abaiſſer une perpendiculaire *FG*, elle ſera la ligne de direction que l'on demande; ainſi nommant *a*, la hauteur *AB*, du triangle; & *b*, la baſe *BC*, l'on aura $\frac{ab}{2}$ pour la valeur du poids *H*, dans lequel on ſupoſe que l'on a réüni la peſanteur, ou ce qui eſt la même choſe, la ſuperficie du triangle.

PROPOSITION

PROPOSITION TROISIE'ME.

THE'OREME.

9. *Si l'on a un Trapezoïde* ABCD, *& que par le milieu* O *&* E, *des côtés paralelles* BC *&* AD, *l'on tire la ligne* OE, *je dis que ſi l'on diviſe cette ligne en trois parties égales par les points* F *&* G, *le centre de gravité du Trapezoïde ſera dans l'un des points de la partie du milieu* FG. FIG. 4.

DEMONSTRATION.

Si du point *E*, l'on mene les lignes *EB* & *EC*, la figure ſera diviſée en trois triangles *BEC*, *ABE*, & *ECD*; or ſi par le point *G*, l'on mene la ligne *HI*, paralelle à *AD*, & qu'on diviſe les baſes *AE* & *ED*, en deux également aux points *M* & *N*, pour tirer les lignes *BM* & *CN*; il eſt conſtant que la paralelle *HI*, qui paſſera par le tiers de la ligne *BM* & *CN*, donnera les poinrs *K*, & *L*, qui ſeront les centres de gravité des triangles *ABE*, & *ECD*, par l'article 6e. Mais ces triangles ſont égaux, puiſqu'ils ont la même hauteur & des baſes égales, leur centre commun de gravité ſera donc dans le milieu de la ligne *KL*, par conſéquent au point *G*. D'autre côté le centre de gravité du triangle *BEC*, eſt au point *F*, puiſque la ligne *OF* eſt le tiers de *OE*; il s'enſuit donc que le centre commun de gravité de ce triangle & des deux autres *ABE* & *ECD* joints enſemble, c'eſt-à-dire du Trapezoïde, eſt dans l'un des points de la ligne *FG*. *C. Q. F. D.*

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

10. *Trouver le centre de gravité d'un Trapezoïde.*

On vient de voir dans le Théoréme précédent que ſi la ligne *OE*, qui paſſe par le milieu des paralelles *BC* & *AD*, étoit diviſée en trois parties égales, le centre de gravité de toute la Figure ſeroit dans l'un des points de la ligne *FG*. Or pour trouver ce point, nous regarderons la ligne *FG*, comme un lévier aux extrémités duquel ſeroient ſuſpendus deux poids, dont celui de l'extré- FIG. 4.

mité *F*, ſeroit équivalent au triangle *BEC*, & l'autre de l'extrémité *G*, équivalent à la ſomme des deux triangles *ABE*, & *ECD*; & ſi l'on ſupoſe que le centre de gravité que l'on cherche ſoit au point *P*, il eſt conſtant que dans l'état d'équilibre, il y aura même raiſon du triangle ſuſpendu au point *F*, à la partie *GP*, que de la ſomme des triangles ſuſpendus au point *G*, à la partie *FP*, mais comme ces trois triangles ont la même hauteur, ils ſeront entr'eux comme leurs baſes; c'eſt-à-dire, que le triangle *BEC*, ſera à la ſomme des deux triangles *ABE*, & *ECD*, comme *BC*, eſt à *AD*, ainſi pour que le point *P*, ſoit le centre commun de gravité de ces trois triangles ou du trapézoïde, il faut donc que *BC*, ſoit à *AD*, comme *PG*, eſt à *PF*, ce qui fait voir que pour trouver le centre de gravité d'un Trapézoïde, il faut par le milieu des paralelles *BC*, & *AD*, tirer la ligne *OE*, la partager en trois parties égales, & celle du milieu *FG*, en deux parties *FP*, *PG*, qui ſoient l'une à l'autre dans la raiſon de *AD*, à *BC*, en ſorte que la plus grande partie, comme *FP*, réponde au plus petit côté *BC*, & que la plus petite comme *PG*, réponde au plus grand *AD*, par exemple, ſi *BC*, étoit le tiers ou la moitié de *AD*, il faudroit que la partie *PG*, fut le tiers ou la moitié de *FP*.

Comme il ſuffit de ſavoir trouver le centre de gravité des Figures précédentes pour ce que nous avons à enſeigner dans ce Livre-ci, je ne parlerai point de ceux des autres Figures, comme des portions de Cercle, d'Ellipſe, &c. Parce que nous ferons enſorte de nous en paſſer, n'ayant pas voulu les donner à cauſe que les démonſtrations de ces Problêmes ſont extrêmement longues par la Géomérrie ordinaire, & que ſi j'avois eû recours aux méthodes que fourniſſent pour cela les nouveaux calculs, je me ſerois expoſé à n'être entendu que de très-peu de perſonnes, ces calculs n'étant connus que des Géométres du premier ordre.

CHAPITRE SECOND.

Où l'on enſeigne comme on trouve l'épaiſſeur des Murs que l'on veut mettre en équilibre par leur réſiſtance, avec les puiſſances qui agiroient pour les renverſer lorſque ces Murs ſont élevés à plomb des deux côtés.

PROPOSITION PREMIERE.

Tirée des principes de la Mécanique, & qui doit ſervir de Lemme à quelques-unes des propoſitions qu'on rencontrera dans la ſuite.

11. SI l'on a un lévier ou une balance AB, ſans peſanteur, dont le point d'apui ſoit en C, & qu'il y ait à l'extrémité A, un poids M, & au point B, une puiſſance P, en équilibre avec ce poids ; on demande de tranſpoſer cette puiſſance à l'extrémité D, du bras de lévier CD, plus grand que CB, enſorte qu'elle ſoit encore en équilibre. FIG. 5.

L'on ſent bien que cette puiſſance agiſſant en D, n'aura pas beſoin d'une ſi grande force qu'elle avoit en B, pour faire le même effet ſur le poids M, puiſque ſon action doit diminuer à meſure que le lévier augmente ; or pour qu'elle faſſe le même effet à l'extrémité D, qu'à l'extrémité B, il faut que multipliant la force qu'elle a en B, par le bras de lévier CB, l'on ait un produit égal à celui de la multiplication du bras de lévier CD, par l'effort qu'il faut qu'elle faſſe en D, nommant x, ce ſecond effort ; c, le bras CB ; & b, le bras CD ; l'on aura $cb = bx$, ou bien $\frac{cb}{b} = x$; c'eſt-à-dire que pour avoir la force avec laquelle elle agira en D, il faut multiplier celle qu'elle avoit en B, par le bras de lévier CB, & diviſer le produit par toute la longueur CD, & le quotient ſera ce que l'on demande. Voyez le Cours de Mathématique, art. 295.

Mais ſi le bras de lévier au lieu d'être ſur un ſeul alignement ACB, faiſoit un angle comme font ceux du lévier recourbé ABC ; il faudroit s'y prendre de la même façon pour tranſpoſer la puiſſance ; c'eſt-à-dire, que ſi la puiſſance F, eſt apliquée à l'extrémité E du bras EB, où elle agit ſelon une direction perpendiculaire FIG. 6.

EF, & que l'on veuille la tranſpoſer à l'extrémité *A*, du lévier *AB*, plus grand que *EB*, il faudra multiplier la force de cette puiſſance par le bras *EB*, & diviſer le produit par le bras *AB*, pour avoir le quotient, qui ſera la force de la puiſſance *G*, pour qu'étant apliqué en *A*, elle faſſe le même effet qu'en *E*, en ſupoſant toujours qu'elle agit ſelon une direction perpendiculaire au bras du lévier.

Avertiſſement.

Avant d'entrer en matiere, il eſt bon de faire ici trois ſupoſitions, dont on conviendra aiſément dans le ſujet que je vais traiter.

12. La premiere, eſt que l'on doit regarder un Mur comme étant aſſis ſur des fondemens inébranlables, & que ſi une puiſſance pouſſoit ou tiroit le Mur, ſa baſe pourroit s'incliner ſur les fondemens, comme feroit par exemple, un cube ou un paralellepipede poſé ſur une table.

13. La ſeconde, eſt qu'on doit conſidérer un Mur comme compoſé d'une ſeule pierre ; c'eſt-à-dire, dont les parties ſoient ſi bien liées, qu'elles ſoient comme indiſſolubles, enſorte que quelque effort que faſſe la puiſſance qui agit, elle peut bien renverſer le Mur ; mais non pas le rompre.

14. La troiſiéme, c'eſt qu'on peut regarder le profil d'un Mur comme exprimant le Mur même ; car comme un Mur eſt compoſé d'une infinité de Plans paralelles entr'eux & perpendiculaires à l'horiſon, ce qu'on dira au ſujet d'un de ces Plans, pourra ſe dire de même de tous les autres, ainſi la longeur du Mur eſt une choſe dont nous ferons abſtraction.

La premiere ſuppoſition n'a rien d'extraordinaire, puiſqu'on n'y ſupoſe aucune choſe qui n'arrive ſort ſouvent dans l'exécution, les piles des Ponts & les Murs qui ſont bâtis ſur Pilotis ſont aſſis ſur un plancher qui leur ſert de baſe ; ainſi dans ce cas là le Mur ne doit être conſideré que depuis la retraite juſqu'au ſommet, & c'eſt ſur ce pied que nous l'enviſageons, n'ayant pas jugé à propos d'admettre les fondemens dans les calculs que nous ſerons obligés de faire, parce que ces fondemens n'ayant point de profondeur déterminée, ils n'auroient pû convenir avec la préciſion que nous avons tâché de ſuivre.

La ſeconde ſupoſition n'a rien non plus qui répugne, puiſque dans une Théorie comme celle-ci, il eſt à préſumer que la Maçonnerie a été faite avec toutes les attentions poſſibles, d'ailleurs le plus ou moins de liaiſon que peuvent cauſer les matériaux bons

ou mauvais, n'eſt point une choſe qui appartient à ce Livre-ci. Je n'expliquerai point la troiſiéme ſupoſition parce qu'elle eſt aſſez naturelle.

J'ajoûterai encore que pour éviter les répetitions inutiles, nous ſupoſerons toujours que les puiſſances dont nous parlerons, pouſſent ou tirent ſelon des directions perpendiculaires à la ligne verticale qui détermine la hauteur des Murs, excepté dans les occaſions où on aura ſoin d'avertir du contraire, & que chacunes de ces puiſſances ſeront nommées *bf*, ſans qu'on doive s'embaraſſer au commencement pourquoi l'on prend plûtôt l'expreſſion *bf*, que toute autre pour déſigner la force de la puiſſance, on en verra la raiſon dans la ſuite.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

15. *Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux Murs qui ſont élevés à plomb devant & derriere, pour que par leur péſanteur ils ſoient en équilibre avec l'effort qu'ils ont à ſoûtenir.*

Ayant un paralellograme rectangle *ABCD*, qui repréſente le profil d'un Mur dont la hauteur *AB*, eſt déterminée, & une puiſſance *P*, qui pouſſe ce Mur ſelon une direction *KD*; on demande quelle épaiſſeur il faudra donner à la baſe *BC*, pour que ce Mur par ſon poids ſoit en équilibre avec l'effort de la puiſſance. FIG. 8.

Comme c'eſt la même choſe à la puiſſance *P*, de pouſſer de *K* en *D*, ou de tirer de *A* en *H*, pour renverſer le Mur, nous ſupoſerons qu'à l'extrémité de la corde *AH*, qui va paſſer ſur une poulie *L*, on a attaché un poids *I*, qui eſt équivalent par ſa péſanteur à la force de la puiſſance : nous ſupoſerons auſſi qu'ayant trouvé le centre de gravité *F*, du paralellograme, on a réüni toute ſa ſuperficie dans le poids *G*, qui eſt ſuſpendu au milieu *F*, de la ligne *BC*.

Cela poſé, il faut conſidérer les lignes *AB*, & *BF*, qui forment l'angle droit *ABF*, comme le bras d'un lévier recourbé, dont le point d'apui eſt à l'angle *B*, le poids *G* à l'extrémité *F*, du plus petit bras *BF*, & la puiſſance dans la direction de la corde *AH*, qui eſt attachée à l'extrémité *A*, du plus grand bras *AB*, nous nommerons *a*, le bras *AB*, & *bf*, la valeur de la puiſſance ou du poids *I*; la ligne *BC*, que nous cherchons, ſera nommée *y*; pour

lors on aura ay, pour la ſuperficie du paralellograme, ou ce qui eſt la même choſe, pour la valeur du poids G; or il ne s'agit donc que de connoître y.

V. le C. art. 494. Remarqués que pour que la puiſſance & le poids ſoient en équilibre, il faut qu'ils ſoient dans la raiſon réciproque des bras du lévier, & comme on ſupoſe ici l'équilibre, l'on aura donc bf, ay :: $\frac{y}{2}$, a, qui donne $abf = \frac{ayy}{2}$, d'où effaçant a de part & d'autre, & multipliant le premier membre par 2, pour faire évanoüir la fraction du ſecond, il vient $2bf = yy$, qui ſe réduit à cette derniere équation $\sqrt{2bf} = y$.

APLICATION.

Pour trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner à un Mur qui eſt pouſſé par le ſommet, ſelon une direction perpendiculaire, il faut doubler le nombre qui exprime la valeur de la puiſſance & en extraire la racine quarrée, cette racine ſera ce que l'on demande, par exemple ſupoſant que la puiſſance bf, ſoit équivalente à un plan de 18 pieds quarrés, il faut doubler ce nombre pour avoir 36 pieds quarrés, dont la racine qui eſt 6, ſera l'épaiſſeur BC, que l'on cherche.

Si j'ai ſupoſé que la puiſſance étoit équivalente à un plan de 18 pieds quarrés, il ne faut pas que cela paroiſſe extraordinaire, puiſque comme on l'a déja inſinué dans le ſecond article, les forees agiſſantes & réſiſtantes ne doivent être exprimées dans cette Mécanique qu'avec des plans, comme on en verra encore mieux la raiſon ailleurs.

COROLLAIRE I.

FIG. 7. 16. Si l'on avoit un Mur AD, pouſſé par deux puiſſances qui agiſſent ſelon les directions LB, & KM, ou qui tirent de l'autre côté ſelon les directions AI & GH, & qu'on veuille ſavoir quelle épaiſſeur il faudroit donner à ce mur pour être en équilibre avec les deux puiſſances, il faut réünir la puiſſance H, avec la puiſſance I, c'eſt-à-dire, la tranſpoſer à l'extrémité A, ſelon l'article 11°. & ſupoſant que la valeur de ces deux puiſſances ſoit exprimée par bf, l'on aura comme cy-devant $\sqrt{2bf} = y$.

COROLLAIRE II.

17. De même, si l'on avoit une puissance apliquée en E, qui tire de E en H, & une autre apliquée en B, tirant de B en K, & qu'on voulut connoître quelle doit être l'épaisseur AD, pour que le mur soit en équilibre par son poids, avec les deux puissances, en supposant que la puissance K, fait beaucoup plus d'effort au point B, que la puissance H, n'en fait au point E, il faut réduire la puissance H, à l'extrémité C, par l'article 11e. pour avoir la puissance I, qui sera opposée à la puissance K, ainsi étant sur un même alignement, il se fera une destruction de force ; c'est-à-dire, que la puissance K, que nous avons supposé, la plus grande des deux sera diminuée de toute la puissance I ; c'est pourquoi si l'on retranche la plus petite de la plus grande, & que l'on nomme la difference bf, tout le mécanisme se réduira encore à cette derniere équation $\sqrt{2bf} = y$. FIG. 16.

COROLLAIRE III.

18. Ayant un Mur AD, & une puissance K, apliquée à l'extrémité A du lévier AC, qui tire de A en F, selon une direction oblique au bras du même lévier, voulant savoir quelle épaisseur il faut donner à la base CD du Mur, pour qu'il soit en équilibre par son poids avec l'effort de la puissance K ; considerez que le poids I, équivalent à cette puissance n'aura pas tant de force en agissant selon la direction oblique AF, que si c'étoit selon une direction AN, perpendiculaire au lévier AC. Or si l'on abaisse du point d'apui C, la perpendiculaire CG, sur le prolongement FA, de la direction de la puissance, on pourra au lieu du bras de lévier CA, prendre le bras CG, & pour lors la proposition subsistera toujours dans son entier, puisque l'on sait que la puissance est au poids dans la raison réciproque des perpendiculaires CG & CL, abaissées sur les lignes de direction de la puissance & du poids, ainsi nommant la ligne CA, c ; le lévier CG, a ; & la base CD, y ; l'on aura $bf, cy :: \frac{v}{2}\, a$, qui donne $abf = \frac{cvv}{2}$ ou bien $\frac{\sqrt{2abf}}{c} = y$. FIG. 9. V. le C. art. 772.

APLICATION.

Pour avoir l'épaisseur CD, il faut multiplier la puissance I, par le lévier CG, diviser le produit par la hauteur AC de la muraille, doubler le quotient & en extraire la racine quarrée qui donnera ce que l'on cherche.

CHAPITRE TROISIE'ME.

Où l'on détermine quelle épaiſſeur il faut donner au ſommet des Murs qui ſont élevés à plomb d'un côté & en talud de l'autre, pour que ces Murs puiſſent être en équilibre par leur réſiſtance, avec la pouſſée qu'ils ont à ſoutenir.

IL y a apparence que dès les premiers tems que les Hommes ſe ſont aviſé de faire des revêtemens de Maçonnerie pour ſoûtenir des Terraſſes ou des Rempars de Fortification, ils ont ſenti la néceſſité de leur donner du talud du côté du parement ; mais l'on ne ſait pas bien s'ils ont eu deſſein de donner plus d'aſſiete à la baſe du Mur, ou ſi c'étoit ſeulement pour que les matériaux ſe ſoûtiennent mieux, à l'imitation de ce que l'on ſait pour les ouvrages de Terraſſe ; car il ne paroît pas que leur vûë ait été de rendre les revêtemens capables de réſiſter davantage à la pouſſée des terres, du moins les Architectes tant anciens que modernes qui ont écrit n'en ſont point mention ; & ce qui me feroit préſumer qu'ils n'ont pas aperçû tout l'avantage des taluds ; c'eſt qu'ils ſe ſont contentez d'établir pour regle génerale qu'il falloit donner aux Murs pour talud la cinquiéme partie de leur hauteur, & que dans bien des occaſions où ils auroient pû en donner beaucoup plus pour ne point employer une quantité prodigieuſe de matériaux ſuperflus, ils ne l'ont pas fait ; au contraire ſouvent il leur eſt arrivé de donner du talud à des Murs qui n'en devoient point avoir, & d'élever à plomb des deux côtés ceux qu'un talud auroit rendu capable d'une force beaucoup plus grande, même avec moins de maçonnerie. Cependant il eſt ſi naturel d'apercevoir qu'un Mur qui a du talud réſiſte mieux qu'un autre qui n'en a point, que malgré tout ce que je pourrois dire pour confirmer ma penſée, j'aime mieux croire qu'ils ont vû que le talud étoit néceſſaire ; mais qu'ils n'ont eu là-deſſus que des ſentimens obſcurs, ce qui ne peut arriver autrement quand on ne conſidere pas les choſes dans leur principe ; mais comme tien en fait d'Architecture, ne me paroît plus néceſſaire d'être bien entendu que ce qui vient de faire le ſujet de cette petite diſſertation, je vais faire enſorte dans ce Chapitre d'en bien développer toutes les circonſtances.

PROPOSITION

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLE'ME.

19. *Ayant un profil de Muraille* ABC, *triangulaire dont le point d'apui eſt en* C, *& qu'une puiſſance pouſſe de* K, *en* B, *pour la renverſer du côté opoſé, on demande quelle épaiſſeur il faudra donner à la baſe* AC, *pour que le poids* G, *qu'on ſupoſe équivalent à la ſuperficie du triangle, ſoit en équilibre avec la puiſſance* K.

Pour bien entendre ce Problême, il faut conſiderer les côtés *CB*, & *CE*, de l'angle *BCE*, comme formant un lévier recourbé dont le point d'apui eſt en *C*, que la puiſſance *K*, étant apliquée à l'extrêmité *B*, du bras *CB*, pouſſe ſelon une direction paralelle à l'horiſon, & par conſéquent oblique au bras de lévier, & que le poids *G*, eſt apliqué à l'extrémité *E*, de l'autre bras *CE*, qui eſt terminé par la ligne de direction *IL*, tirée du centre de gravité *I*, du triangle. Or comme c'eſt la même choſe que la puiſſance *K*, pouſſe de *K* en *B*, ou qu'elle tire de *B* en *H*, ſelon une direction toûjours paralelle à l'horiſon, nous ſupoſerons pour plus de facilité que le poids *F* eſt équivalent à cette puiſſance, & abaiſſant la perpendiculaire *CD*, ſur la ligne *BH*, la longueur du bras de lévier oblique *CB*, par rapport à la puiſſance, ſera réduite à la ligne *CD*, par l'article 18e & par-là la puiſſance *K*, ou *F*, pourra être admiſe dans ſon entier, en ſupoſant qu'elle eſt appliquée à l'extrêmité *D*, de la perpendiculaire *CD*, que nous regarderons préſentement comme un des bras de lévier. Si l'on nomme ce bras de lévier, *c*; auſſi-bien que la hauteur *BA*, qui lui eſt égale, *y*, la baſe *CA*; l'on aura $\frac{2y}{3}$ pour l'autre bras *CE*, (puiſque par l'article 7e la partie *AE*, eſt le tiers de toute la baſe *AC*,) cela étant, le poids *G*, ſera $\frac{yc}{2}$, ainſi l'on aura $bf, \frac{yc}{2} :: \frac{2y}{3}, c$, qui donne cette équation $\frac{2yyc}{6} = bcf$, qu'on rendra plus ſimple en faiſant la réduction, puiſqu'on n'aura plus que $\frac{yy}{3} = bf$, ou bien $y = \sqrt{3bf}$, qui fait voir qu'on trouvera la la baſe *AC*, en triplant la puiſſance *K* ou *F*, & en extrayant la racine quarrée de ce produit. FIG. 15.

Remarque premiere.

20. L'on doit remarquer ici que de toutes les figures que l'on peut donner à un profil de muraille qui a quelque pouſſée à ſoûtenir: il n'y en a point où il faille moins de maçonnerie que dans celle qui eſt triangulaire, parce que le lévier CE, gagne par ſa
FIG. 15. longueur, ce que le poids G a de moins provenant d'un triangle, que s'il provenoit d'un paralellograme, ce que je vais démontrer.

Ayant le paralellograme rectangle AD, dont la hauteur ſoit
FIG. 10. égale à celle du triangle précédent, & que la puiſſance qui pouſſe de K en C, ou tire de C en G, ſelon une direction paralelle à l'horiſon, agiſſe avec la même force que celle du triangle ABC, l'on ſait que pour avoir l'épaiſſeur BD, il faut
*Art. 15. doubler la puiſſance K, & en extraire la racine quarrée, * puiſqu'après avoir fait les opérations ordinaires, il vient pour derniere équation $\sqrt{2bf} = y$, & comme nous venons d'avoir $\sqrt{3bf} = y$ pour la baſe du triangle, l'on peut donc dire que la ſuperficie du profil rectangle AD, ſera à celle du profil triangulaire, comme $\sqrt{2bf}$ eſt à la moitié de $\sqrt{3bf}$, puiſque ne prenant que la moitié de la baſe du triangle, l'on peut regarder cette moitié comme la baſe du rectangle égal au triangle, mais la moitié de $\sqrt{3bf}$ eſt beaucoup moindre que $\sqrt{2bf}$, & pour en être convaincu, il n'y a qu'à faire
FIG. 14. un triangle rectangle & iſocelle ABC, & ſupoſer que chaque quarré des côtés BA, & BC, eſt égal à bf; cela étant, l'hypoténuſe AC, ou ce qui eſt la même choſe, $\sqrt{2bf}$, pourra être regardée comme exprimant la baſe BD, du profil rectangle, & ſi l'on fait un autre triangle rectangle ACD, dont le côté CD, ſoit égal à CB, l'hypoténuſe AD, exprimera la baſe AC, du profil triangulaire, & diviſant cette hypoténuſe en deux également au point E, ſa moitié AE, ſera la baſe du paralellograme égal au triangle; ainſi la ſuperficie du profil rectangle ſurpaſſera autant celle du profil triangulaire, que la ligne AC, ſurpaſſe la moitié de la ligne AD, ce que l'on ne peut pas exprimer en nombre bien exactement à cauſe des incommenſurables, cependant on peut dire que la maçonnerie du profil triangulaire eſt à celle du profil rectangle, à peu près comme 11. à 18. ce qui fait voir qu'il y a plus d'un tiers moins dans le premier que dans le ſecond.

Il ne faut pas trouver érrange qu'on ſupoſe ici un profil triangulaire, nous ſavons bien qu'on ne fait pas de Mur qui ſoit terminé

en arrête comme eſt celui-ci, c'eſt pourquoi on ne doit regarder cette propoſition que comme pouvant ſervir à l'intelligence des autres.

Remarque ſeconde.

21. Selon la remarque précédente, l'on voit combien il eſt de conſéquence d'avoir égard à la longueur des léviers pour régler l'épaiſſeur des Murs qu'on veut mettre en équilibre avec l'effort qu'ils ont à ſoûtenir, & que voici la ſeule voïe par laquelle on peut connoître ce point d'équilibre. C'eſt à quoi *Mr Bullet* & pluſieurs autres n'ont fait aucune attention dans les régles qu'ils ont crû donner ſur ce ſujet, auſſi ſont-ils tombés dans des erreurs fort groſſieres.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

22. *Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet des Murs qui ſont élevés à plomb d'un côté & qui ont un talud de l'autre, pour être en équilibre par leur réſiſtance avec la force de la puiſſance qui voudroit les renverſer.*

L'on donne comme nous l'avons dit, pour talud aux Murs des Remparts ou des Terraſſes, la cinquiéme partie de leur hauteur; c'eſt-à-dire; que ſuppoſant BG, de 30 pieds, les lignes BI, & GH, ſeront chacune de 6 pieds, ainſi quand on cherche quelle épaiſſeur il faut donner à ces ſortes de Murs; l'on a toûjours le triangle GBH, connu, & le Problême ne roule plus que ſur l'épaiſſeur qu'il faut donner à la partie BD ou FG, qui étant inconnuë, nous la nommerons y; la hauteur BG ſera nommée c; & la ligne de talud GH, d; cela étant, l'on aura yc, pour la valeur du poids N, & $\frac{cd}{2}$ pour le poids M; on peut donc dire que le poids N eſt ſuſpendu à l'extrêmité L, du bras de lévier HL, & le poids M à l'extremité P, du bras HP, qui eſt égal aux deux tiers de la baſe GH, du triangle par l'article 7e. Or comme on ne ſe ſervira que du bras HL, il faut donc ſelon l'art. 11e. réunir le poids M, au poids N, de maniere qu'il ne péſe pas plus en L, qu'il fait en P, ainſi je multiplie le poids M, $(\frac{cd}{2})$ par ſon bras de lévier HP, $(\frac{2d}{3})$ FIG. 11.

pour avoir le produit $\frac{2cdd}{6}$ ou bien $\frac{cdd}{3}$ qu'il faut diviſer par le bras HL, $(\frac{y+2d}{2})$ & le quotient $\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}}$ ſera le poids M, apliqué au point L, lequel étant ajoûté avec le poids N, donnera $N+M$, $(cy+\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}})$ qu'on pourra ſi l'on veut conſiderer comme ne faiſant que le ſeul poids O, qu'il faut ſupoſer être en équilibre avec la puiſſance K, $(bf,)$ ainſi le produit de la puiſſance K, par la perpendiculaire HI, $(c,)$ qui eſt équivalente à ſon bras du lévier par l'article 18e. ſera égal au produit du poids O, par ſon bras de lévier HL, pour lors le premier produit donnera bcf, & le ſecond $\frac{cyy+2cdy}{2}+\frac{cdd}{3}$, car il eſt à remarquer qu'ayant $cy+\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}}$ à multiplier par $\frac{y+2d}{2}$, il n'y a que le premier terme cy, à multiplier effectivement, puiſque pour le ſecond $\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}}$ il ſuffit de ſuprimer tout-à-fait le diviſeur $\frac{y+2d}{2}$ pour que la grandeur $\frac{cdd}{3}$ ſoit multipliée par le bras de lévier LH, car c'eſt multiplier une grandeur par ſon diviſeur que de ne pas la diviſer quand elle doit l'être.

Comme les deux produits précédens donnent cette équation $\frac{cyy+2cdy}{2}+\frac{cdd}{3}=bcf$, il ne s'agit plus que d'en dégager l'inconnuë y, en faiſant paſſer $\frac{cdd}{3}$ du premier membre dans le ſecond & effacer la lettre c, pour avoir $yy+2dy=2hf-\frac{2dd}{3}$, mais comme il manque dd, au premier membre pour faire un quarré parfait,* je l'ajoûte de part & d'autre, & il vient $yy+2dy+dd=2bf-\frac{2dd}{3}+dd$ ou bien $yy+2dy+dd=2bf+\frac{dd}{3}$ & extrayant la racine quarrée de

*V. le C. art. 120.

chaque membre l'on a $y+d \doteqdot \sqrt{2bf+\frac{dd}{3}}$ ou enfin $y = \sqrt{2bf+\frac{dd}{3}} - d$

APLICATION.

Supoſant que la puiſſance K, de quelle part qu'elle puiſſe venir, ſoit exprimée par 52 pieds $\frac{1}{2}$ l'on aura par conſéquent $bf = 52\frac{1}{2}$ or comme la derniere équation que nous avons trouvé montre qu'il faut pour avoir l'épaiſſeur BD, doubler la valeur de la puiſſance qui donne 105. ajoûter à cette quantité le tiers du quarré de la ligne de talud BI, ou GH, & cette ligne ayant été ſupoſée 6 pieds, ſon quarré ſera 36 dont le tiers eſt 12. qui étant ajoûté avec 105, donne 117, dont il faut extraire la racine quarrée, que l'on trouvera de 10 pieds 9 pouces 8 lignes qui eſt l'épaiſſeur de la baſe FH, de laquelle retranchant la valeur de d, c'eſt-à-dire, la valeur de la ligne de talud, l'on aura 4 pieds 9 pouces 8 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet de la muraille pour être en équilibre par ſon poids avec la puiſſance K.

Cette Propoſition nous ſervira dans le quatriéme Chapitre à trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet des Murs des Rempars pour être en équilibre avec la pouſſée des Terres.

Remarque premiere.

23. Quand on a pluſieurs poids apliqués à differens endroits d'un bras de lévier, à mettre en équilibre avec une puiſſance, il n'eſt pas toûjours néceſſaire de réunir les poids ou de les ſupoſer réünis en un ſeul, puiſqu'il ſuffit de les multiplier chacun par le bras de lévier qui lui répond, c'eſt-à-dire, par la diſtance qu'il y a du point d'apui aux endroits où ces poids ſont apliqués; parce que la multiplication rétablit ce que la diviſion peut ôter, ainſi dans le probléme précédent au lieu de multiplier le poids M, par ſon bras de lévier HP, & diviſer enſuite le produit par le bras HL, pour en réünir le quotient au poids L, il auroit ſuffi de multiplier le poids M, & N, chacun par leur bras de lévier, c'eſt-à-dire par leur diſtance au point d'apui, puiſque d'une façon comme de l'autre on aura toûjours $\frac{cyy+2cdy}{2} + \frac{cdd}{3}$ pour l'un des membres de l'équation, dont l'autre ſera comme à l'ordinaire, le produit de la puiſſance agiſſante par le bras de lévier qui lui répond; c'eſt pour-

quoi dans la ſuite on ſe paſſera autant qu'on le pourra de ces ſortes de diviſion pour rendre les opérations moins compoſées.

Remarque ſeconde.

24. On peut s'apercevoir ici combien le talud qu'on donne à l'une des faces d'un mur, changeroit la réſiſtance de ce mur, ſi la puiſſance au lieu de tirer de *B* en *K*, tiroit de *D* en *A*, pour cela il faut chercher le centre commun de gravité des poids *M* & *N*, qui ſera dans un des points du lévier *LP*, aux extrêmités duquel ces poids ſont ſuſpendus, que l'on apercevra en diviſant la ligne *LP*, au point *R*, de façon que *LR* ſoit à *RP*, comme le poids *M*, eſt au poids *N*, mais ces deux poids ſont l'un à l'autre comme la moitié de *GH* eſt à toute la ligne *GF*; or conſiderant ces deux poids *M* & *N*, comme étant réunis dans le ſeul poids *Q*, l'on aura le bras de lévier *RH*, quand il s'agira du point d'apui *H*, & le bras de lévier *FR*, quand le point d'apui ſera ſupoſé en *F*, & ſi l'on fait attention que le bras de lévier *DF* a la même longueur que *IH*, & que le poids *Q* ne change point de ſituation, l'on verra que la puiſſance qui tire de *B* en *I*, eſt à celle qui tire de *D* en *A*, comme le bras *HR* eſt au bras *FR*.

Remarque troiſiéme.

FIG. 12. & 13. Il y a encore une remarque à faire, qui eſt, qu'ayant deux murs *AD* & *FI*, de même hauteur, le premier élevé à plomb des deux côtés, & le ſecond avec un talud égal de chaque côté, ce dernier quoiqu'égal au précédent en ſolidité, réſiſtera beaucoup plus que l'autre à l'effort d'une puiſſance qui voudroit le renverſer à droite ou à gauche, car ſupoſant que l'épaiſſeur du ſommet *IG*, ne ſoit que les deux tiers de celle du ſommet *AB*, mais qu'en récompenſe, la baſe *HI*, ſoit plus grande que *CD*, du tiers de la même *CD*; les poids *M* & *N*, qui exprimeront les ſuperficies *AD* & *FI*, ſeront égaux & comme les bras de lévier *DB* & *IL*, ſont auſſi égaux, les puiſſances *P* & *Q*, ſeront donc dans la raiſon des bras de lévier *LK* & *DE*; ainſi la puiſſance *P* ne ſera que les trois quarts de la puiſſance *Q*, par la même raiſon ſi l'épaiſſeur *IG*, n'étoit que la moitié de *AB*, la puiſſance *P*, ne ſeroit que les deux tiers de la puiſſance *Q*, ce qui prouve bien la néceſſité de donner du talud aux murs.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

25. *Voulant élever un Mur dont l'épaiſſeur* BC, *au ſommet ſoit donnée, auſſi-bien que ſa hauteur* BA; *on demande quelle doit être la ligne de talud* DE, *pour que ce Mur étant pouſſé de* M *en* B, *ou tiré de* C *en* K, *par une puiſſance, le Mur* ABCD, *ſoit en équilibre avec cette puiſſance.*

Ayant nommé *BC*, ou *AD*, *a*; la hauteur *CD*, *c*; la ligne de talud *DE*, *y*; la ſuperficie du rectangle *ABCE*, ſera *ac*, qu'on pourra conſidérer comme la valeur du poids *H*, ſuſpendu au point *F*, milieu de la ligne *AD*, le triangle *DCE*, ſera $\frac{cy}{2}$ qu'on pourra auſſi conſidérer comme exprimant la valeur du poids *I*, ſuſpendu au point *G*, qui eſt aux deux tiers de la ligne *DE*; or ſi l'on multiplie chacun de ces poids par leur bras de lévier, ou par leur diſtance au point d'apui, * & qu'on ajoûte ces deux produits enſemble, l'on aura $\frac{aac+2acy}{2}+\frac{cyy}{3}$ qui eſt une quantité égale au produit de la puiſſance *bf*, par ſon bras de lévier *EL*, ce qui donne cette équation $\frac{aac+2acy}{2}+\frac{cyy}{3}=bcf$, ou bien $yy+3ay=3bf-\frac{3aa}{2}$; or pour dégager l'inconnuë *y*, il faut ajoûter à chaque membre de cette équation le quarré de la moitié du coëficient du ſecond terme, c'eſt-à-dire le quarré de $\frac{3a}{2}$ qui eſt $\frac{9aa}{4}$ & pour lors l'on aura $yy+3ay+\frac{9aa}{4}=3bf-\frac{3aa}{2}+\frac{9aa}{4}$ dont le premier membre eſt un quarré parfait, ainſi extrayant la racine quatrée de cette équation, l'on aura $y+\frac{3a}{2}=\sqrt{3bf-\frac{3aa}{2}+\frac{9aa}{4}}$ ou bien $y=\sqrt{3bf-\frac{3aa}{2}+\frac{9aa}{4}}-\frac{3a}{2}$, mais comme on peut réduire $-\frac{3aa}{2}+\frac{9aa}{4}$ en leur donnant un dénominateur commun, l'on aura $+\frac{3aa}{4}$, par conſéquent l'équation précédente ſera

FIG. 17.

*Art. 23.

$y = \sqrt{3bf + \frac{3aa}{4}} - \frac{3a}{2}$ qui donne l'expreſſion la plus ſimple qu'on puiſſe avoir de la valeur de la ligne *DE*.

APLICATION.

Comme je n'ai voulu obmettre aucun des principaux cas qui peuvent ſe rencontrer dans la conſtruction des Ouvrages de Maçonnerie, j'ai ſupoſé ici qu'il s'agiſſoit de conſtruire un Mur dont l'épaiſſeur au ſommet devoit être déterminée pour des raiſons qui obligeroient d'en uſer ainſi, & que ce Mur ayant à ſoûtenir l'effort d'une puiſſance devoit avoir néceſſairement un certain talud, pour que la longueur du lévier qui répond à la baſe étant augmentée, ſupléât au défaut d'épaiſſeur qu'on auroit donné au ſommet, parce qu'il faut s'imaginer que ſi le Mur avoit été fait à plomb des deux côtés, l'épaiſſeur qu'on veut lui donner ne ſuffiroit point pour réſiſter à l'effort de la puiſſance, par conſéquent le Problême ſe réduit à trouver la ligne de talud *DE*. Or comme l'équation $y = \sqrt{3bf + \frac{3aa}{4}} - \frac{3a}{2}$ vient de nous la donner, il ne s'agit plus que d'avoir des nombres qui expriment les lettres du ſecond membre ; c'eſt pourquoi nous ſupoſerons que la puiſſance *bf*, vaut 50 pieds quarrés, & que *a*, c'eſt-à-dire la ligne *AD* ou *BC*, eſt de 4 pieds, ainſi comme il n'y a que ces deux grandeurs qui ſe trouvent dans l'équation ; il nous reſte à les joindre enſemble de la façon qu'elles y ſont, c'eſt-à-dire, qu'au lieu de *bf*, l'on aura 150 qu'au lieu de $\frac{3aa}{4}$ l'on aura $\frac{48}{4}$ ou bien 12 qui eſt la même choſe, ainſi joignant 150 avec 12, l'on aura 162 dont il faut extraire la racine quarrée que l'on trouvera de 12 pieds 8 pouces 9 lignes. Mais l'équation nous montre que de cette racine il en faut ſouſtraire $\frac{3a}{2}$ ou bien 12 diviſé par 2 qui eſt 6, & que la différence ſera la valeur de *y*, retranchant donc 6 de la racine précedente, il reſtera 6 pieds 8 pouces 9 lignes pour la ligne de talud *DE*, que l'on cherche.

PROPOSITION

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

26. *Ayant le profil* ABCD, *d'un Mur élevé à plomb des deux côtés, & dont l'épaiſſeur* BC, *eſt tellement proportionnée à la hauteur* CD, *que ce Mur ſoit en équilibre par ſon poids avec la puiſſance* P, *qui tire de* C *en* E, *on demande de changer ce profil-là en un autre* IGHL, *qui lui ſoit égal en ſuperficie, & en hauteur, & dont le côté* GI *ſoit perpendiculaire, pour que ce ſecond ſoit en équilibre par ſa réſiſtance à une puiſſance* Q, *dont la force ſeroit double de la puiſſance* P. FIG. 18. & 19.

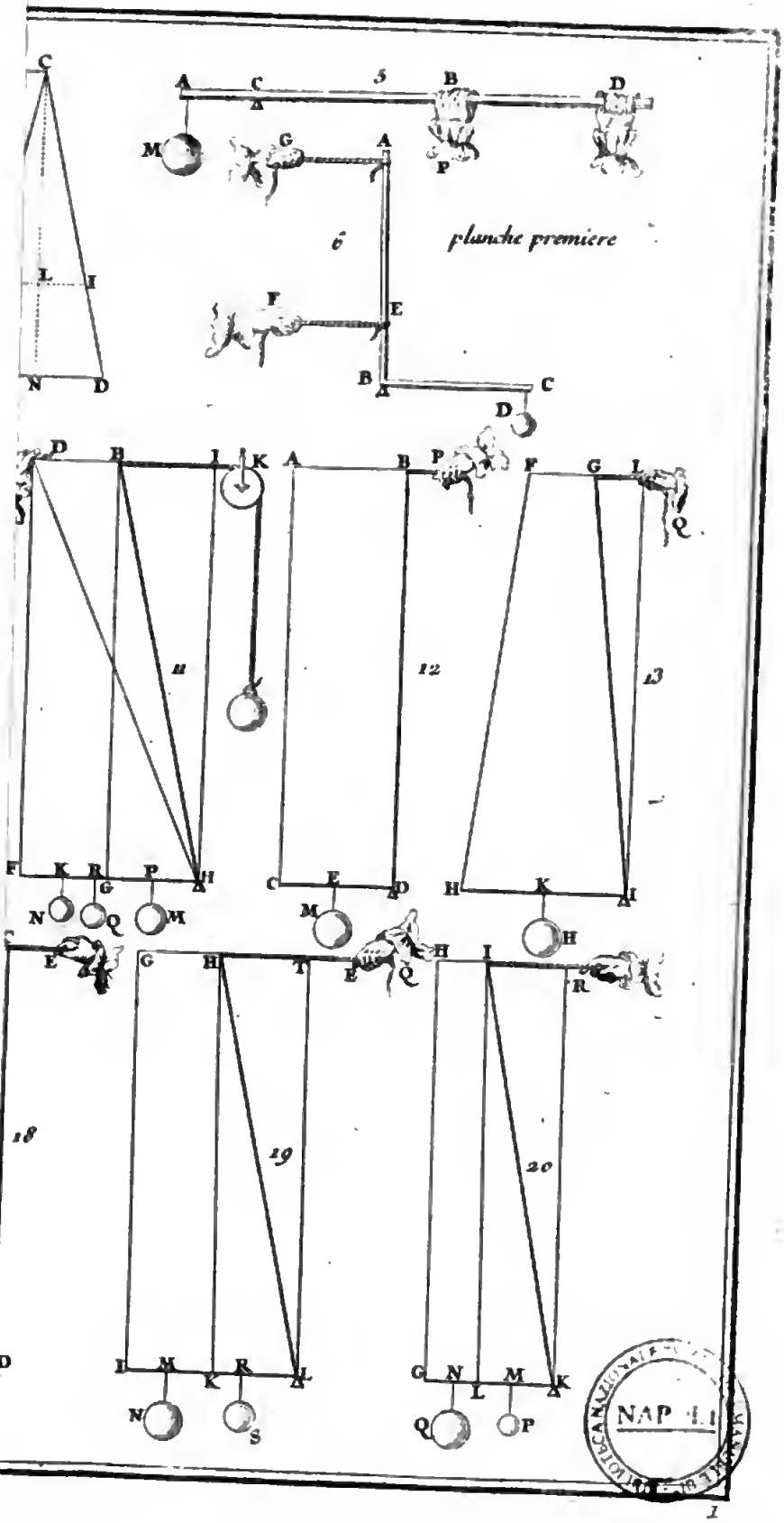
Pour cela nous nommerons BC, a; CD, de même que GI, c; GH, ou IK, x; KL, y; la puiſſance P, ſera bf, comme à l'ordinaire & la puiſſance Q, $2bf$; cela poſé, la ſuperficie du rectangle $IGHK$, ou ſi l'on veut le poids N, ſera xc, & celle du triangle KHL, ou le poids S, ſera $\frac{yc}{2}$ & ces deux poids étant multipliés par leur bras de lévier *, réüniſſant leur produit, on aura une quantité égale au produit de la puiſſance par ſon bras de lévier, c'eſt-à-dire $\frac{xxc + 2yxc}{2} + \frac{yyc}{3} = 2bfc$, ou diviſant tous les termes par c, l'on aura $\frac{xx + 2yx}{2} + \frac{yy}{3} = 2bf$; mais comme le rectangle BD, (ac) eſt ſupoſé égal au Trapézoïde $IGHL$, il viendra encore cette équation $ac = cx + \frac{cy}{2}$, d'où dégageant l'inconnuë y, l'on aura $y = 2a - 2x$, & ſubſtituant la valeur de y, dans l'équation $\frac{xx + 2xy}{2} + \frac{yy}{3} = 2bf$, cela donne $\frac{xx}{2} + 2ax - 2xx + \frac{4aa - 8ax + 4xx}{3} = 2bf$, qui étant réduite, donne $4aa - 2ax - \frac{xx}{2} = 6bf$, ou bien $\frac{xx}{2} + 2ax = 4aa - 6bf$, & faiſant évanoüir la fraction l'on a $xx + 4ax = 8aa - 12bf$, à quoi ajoûtant $4aa$ de part & d'autre pour rendre le premier membre un quarré parfait, il viendra $xx + 4ax + 4aa = 12aa - 12bf$, d'où l'on tire $x = \sqrt{12aa - 12bf} - 2a$, après avoir extrait la racine quarrée. *Art. 23.

APLICATION.

L'on ſait que la puiſſance P, étant en équilibre avec le poids O, l'on a * Art. $a = \sqrt{2bf}$, ainſi ſupoſant $bf = 72$, il vient $12 = \sqrt{2bf}$, par conſéquent l'épaiſſeur BC, ſera de 12 pieds, quant à la hauteur CD, nous la ſupoſerons de 30, quoiqu'on puiſſe s'en paſſer ici; préſentement pour connoître la valeur de x, j'entends l'épaiſſeur GH, il ne faut que ſuivre ce qui eſt indiqué dans l'équation derniere, c'eſt-à-dire, ôter de $12aa$, qui valent 1728, $12bf$, qui eſt 864, & extraire la racine quarrée de la différence pour avoir 29 pieds 4 pouces 8 lignes, d'où ſouſtrayant la valeur de $2a$, qui eſt 24 pieds, l'on aura 5 pieds 4 pouces 8 lignes pour la valeur de x, ou l'épaiſſeur GH, par le moyen de laquelle il ſera facile d'avoir la ligne KL, ou y, que l'on trouvera de 13 pieds 2 pouces 8 lignes, à quoi ajoutant la valeur de x, il viendra 18 pieds 7 pouces 4 lignes pour la baſe IL, du Mur : or comme le rectangle AC, ayant 12 pieds de baſe ſur 30 de hauteur vaut 360 pieds de ſuperficie & que celle du Trapezoïde $IGHL$, en vaut autant (comme il eſt aiſé de s'en convaincre ſi l'on en fait le calcul) il s'enſuit donc qu'on a ſatisfait exactement aux conditions du Problême.

Remarque.

27. L'on pourroit encore rendre le ſecond profil capable de ſoûtenir l'effort d'une puiſſance plus grande que $2bf$, car moins le ſommet du revêtement aura d'épaiſſeur, & plus la ligne de talud augmentera la longueur du bras de lévier ML, & par conſéquent la réſiſtance du Mur, & cette augmentation pourra toûjours aller en croiſſant tant que le point H, ſoit confondu avec le point G, c'eſt-à-dire que la ligne GH ſoit réduite à zero; parce qu'alors le profil deviendra un triangle rectangle, qui eſt la figure capable de ſoutenir la plus grande puiſſance qu'il eſt poſſible, comme on l'a vû dans l'article 20e, & je trouve ici que ſi le premier profil étoit changé en triangle, au lieu de ſoutenir en équilibre une puiſſance de 72 pieds, il en ſoutiendroit une de $145\frac{1}{3}$.


5
6
planche premiere
11
12
13
18
19
20
NAP 41

PROPOSITION CINQUIE'ME.

PROBLE'ME.

28. *Ayant comme dans le Problême précédent un profil rectangulaire* AC, *en équilibre par ſon poids avec une puiſſance* P, *on demande un autre profil* GHIK, *qui ait la même hauteur, que le précédent, mais dont la ſuperficie n'en ſoit que les trois quarts, avec cette condition que le Mur* GHIK, *ſoit encore en équilibre par ſa réſiſtance à l'effort de la puiſſance* P, *qu'on ſupoſe agir toujours avec la même force.* FIG. 18. & 20.

Nommant les lignes *BA*, ou *HG*, *c*; *AD*, *a*; *HI*, ou *GL*, *x*; *LK*, *y*; l'on aura *ac*, pour le rectangle *BD*, *cx*, pour le rectangle *HL*, ou ſi l'on veut pour le poids Q, & $\frac{cy}{2}$ pour le triangle *ILK*, qui eſt la même choſe que le poids *P*; or comme le Trapeze *GHIK*, ne doit être que les trois quarts du rectangle *BD*, l'on aura donc $\frac{3ac}{4} = cx + \frac{cy}{2}$, & ſi l'on réunit le poids Q, avec le poids *P*, après les avoir multipliés par leur bras de léviers, l'on aura une quantité égale au produit de la puiſſance *P*, qui eſt toujours *bf*, par le bras de lévier *KR*, ce qui donne cette ſeconde équation $\frac{xxc}{2} + xyc + \frac{yyc}{3} = bcf$, ou en effaçant de tous les termes la lettre *c*, $\frac{xx}{2} + xy + \frac{yy}{3} = bf$, mais ſi dans la premiere équation $\frac{3ac}{4} = cx + \frac{yc}{2}$ l'on dégage *y*, l'on aura $\frac{ba}{4} - 2x = y$, & ſupoſant $\frac{6a}{4} = n$, pour plus de facilité, l'on aura $n - 2x = y$. Si préſentement l'on ſubſtituë la valeur de *y*, dans l'équation $\frac{xx}{2} + yx + \frac{yy}{3} = bf$, elle ſera changée en celle-cy $\frac{xx}{2} + nx - 2xx + \frac{nn - 4nx + 4xx}{3} = bf$, d'où faiſant évanoüir la fraction, l'on a $3xx + 6nx - 12xx + 2nn - 8nx + 8xx = 6fb$, qui étant réduite, donne $2nn - xx - 2nx = 6bf$, ou bien $2nn - 6bf = xx + 2nx$; or

ſi à cette équation l'on ajoûte nn de part & d'autre l'on aura $3nn - 6bf = xx + 2nx + nn$, dont extrayant la racine quarrée & dégageant l'inconnuë, il vient enfin $\sqrt{3nn - 6bf} - n = x$, qui donne la valeur de l'épaiſſeur *HI*.

Pour avoir l'autre inconnuë y, nous ſupoſerons $\sqrt{3nn - 6bf} - n = d$, pour lors l'on aura $2d = 2x$, & mettant la valeur de $2x$, dans l'équation, $n - 2x = y$, l'on aura $n - 2d = y$.

APLICATION.

FIG. 18. & 20. Comme nous avons ſupoſé $\frac{6a}{4} = n$, & que a, vaut 12 pieds de même que dans le Problême précédent, n, ſera donc de 18, par conſéquent $3nn$, vaudront 972 pieds. Or comme bf, vaut encore 72, ſi l'on ſouſtrait $6bf$, c'eſt-à-dire, ſa valeur qui eſt 432 du nombre précédent, l'on aura 405 pour la difference, dont extrayant la racine quarrée, on la trouvera de 23 pieds 3 pouces, de laquelle ôtant la valeur de n, qui eſt 18, l'on verra que l'épaiſſeur *HI*, doit être de 5 pieds 3 pouces, & que par conſéquent la ligne de talud *LK*, c'eſt-à-dire, y, vaut 7 pieds 6 pouces, à laquelle ajoûtant *GL*, je veux dire, 5 pieds 3 pouces, l'on aura 12 pieds 9 pouces pour toute la baſe *GK*, ce qui eſt bien evident puiſqu'un Trapézoide qui auroit 30 pieds de hauteur, & pour côtés paralelles une ligne de 5 pieds 3 pouces & une autre de 12 pieds 9 pouces, vaudra 270 pieds de ſuperficie qui eſt juſtement les trois quarts du rectangle *BD*, qui en doit valoir 360.

Remarque.

29. L'on pourroit, ſi l'on vouloit, diminuer encore la Maçonnerie du Problême précédent, en ne ſupoſant la ſuperficie du ſecond profil, que des deux tiers de celle du premier, & pour lors l'on trouvera que x, ou ſi l'on veut, le ſommet du Mur, ne doit avoir que 2 pieds d'épaiſſeur; mais comme il y a des cas où cette épaiſſeur ne ſuffiroit pas pour des murs qui ont à ſoûtenir certaine pouſſée, on ſera le maître de ne diminuer le Mur que d'un quart ou d'un cinquiéme, plus ou moins ſelon les occaſions; tout ce que l'on doit remarquer, c'eſt que ſi la diminution qu'on voudroit faire étoit trop grande, on s'en apercevroit en donnant aux termes du premier membre de l'équation $\sqrt{3nn - 6bf} - n = x$, la valeur en nombre des leures qui le compoſent, car ſi l'on trouve, par

exemple, que $3nn$, ſoient moindre que $6bf$, c'eſt une marque que ce Probléme eſt impoſſible; que ſi l'on trouve $\sqrt{3nn - 6bf} = n$, c'eſt un ſigne que x eſt égal à zero, c'eſt-à-dire que le ſommet du Mûr ſera la pointe d'un triangle dont l'épaiſſeur ſera zero.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

De la maniere de calculer la pouſſée des Terres que ſoûtiennent les revêtemens des Terraſſes & des Remparts, afin de ſavoir l'épaiſſeur qu'il faut leur donner.

PRINCIPE TIRE' DE LA ME'CANIQUE.

30. SI l'on a un poids H, ſur un plan incliné AC, & une puiſſance K, qui ſoutienne ce poids ſelon une direction EK, paralelle à l'horiſon, il eſt démontré dans la Mécanique que la puiſſance K, eſt au poids, comme la hauteur AB, du plan incliné eſt à la longueur BC, de la baſe; or ſi l'on ſupoſe que la hauteur AB ſoit égale à la baſe BC, c'eſt-à-dire que la ligne AC, ſoit la diagonale d'un quarré, la puiſſance ſera égale au poids, mais comme c'eſt la même choſe que la puiſſance tire de E en K, ou ſoit apliqué au poids même, comme eſt la puiſſance P, qui pouſſe par une direction diamétrale EG, paralelle à l'horiſon, on peut donc dire que la puiſſance P, a beſoin d'une force égale au poids pour le ſoutenir en équilibre. PLANCH. 2e. FIG. 1. V. le C. art. 781. & 786.

Principe d'expérience.

31. C'eſt une choſe démontrée par l'expérience, que les Terres ordinaires, quand elles ſont nouvellement remuées & miſes les unes ſur les autres ſans être battuës ni entrelaſſées par aucun faſcinage, prennent d'elles-mêmes une pente ou talud, qui fait avec l'horiſon un angle de 45 degrés, ou qui ſuit la diagonale d'un quarré, je dis que cela arrive aux Terres ordinaires; car nous n'ignorons pas que ſi elles étoient ſabloneuſes, elles ne faſſent un angle plus aigu, & qu'au contraire ſi elles étoient graſſes & fortes elles n'en faſſent un plus ouvert, mais pour tabler ſur quelque choſe de fixe, nous avons ſupoſé une terre qui tiendroit un milieu entre ces deux-ci.

FIG. 2. Prévenus de cela, imaginons que contre une Muraille *A*, on air ramaſſé des Terres ſoutenues de l'autre côté par une ſurface *DE*, qu'une puiſſance *Q*, qui la maintient peut ôter librement; ces Terres étant renfermées dans l'eſpace *BCDE*, comme dans une caiſſe, dont le profil *CD* ſeroit un quarré, il eſt conſtant que ſi l'on ôtoit la ſurface *DE*, pour laiſſer aux Terres la liberté d'agir, qu'il s'en ébouleroit une partie, & qu'il ne reſteroit que celles du triangle *CBE*, & que par conſéquent la puiſſance *Q*, ſoutient toute la pouſſée des Terres du triangle *BDE*, je veux dire l'effort qu'elles font pour rouler le long du plan incliné *BE*, il s'enſuit donc que la puiſſance *Q*, auroit beſoin d'une force exprimée par le triangle *BDE*, ſi effectivement les Terres s'ébouloient avec autant de facilité qu'un corps Spherique roule ſur un Plan incliné bien poli, mais comme leur tenacité fait que leurs parties ne peuvent ſe détacher pour s'ébouler, ſans rencontrer beaucoup d'obſtacles, il eſt certain, comme l'expérience le fait voir, qu'elles ne font pas ſeulement la moitié de l'effort contre la ſurface *DE*, qu'elles feroient ſi elles étoient ramaſſées dans un corps Spherique, ainſi on peut donc conſidérer la puiſſance *Q*, comme équivalente à un Plan qui ſeroit exprimé par la moitié du triangle *BDE*, pour être en équilibre avec la pouſſée des Terres, ce qui convient d'autant mieux avec la pratique, qu'on ne les employe jamais pour élever des Remparts, des Terraſſes, des Chauſſées, &c. qu'elles ne ſoient bien battuës, & qu'on en ait pour ainſi dire augmenté la tenacité.

Comme c'eſt ſur ce principe que nous agirons dans la ſuite, on remarquera que ſi l'on ſupoſe les lignes *BD*, & *DE*, chacune de deux pieds, la ſuperficie du triangle ſera de deux pieds quarrés, & la puiſſance *Q*, n'en ſoutenant que la moitié, on peut dire que la force de cette puiſſance dans l'état d'équilibre, ſera exprimée par un pied quarré.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLE'ME.

32. *Qui enſeigne comme il faut calculer la pouſſée des Terres pour proportionner l'épaiſſeur des Murs qui les doivent ſoûtenir en équilibre.*

FIG. 3. Pour ſavoir quel effort font les Terres derriere le revêtement *BCDE*, je prends la ligne *AB*, égale à *BD*, pour avoir le triangle

rectangle & iſoſcelle *ABD*, qui comprend toutes les Terres qui pouſſent, puiſque par l'Article 31. celles qui ſont ſous la ligne *AD*, ſe ſoûtiennent par elles-même, l'angle *ADX*, étant de 45 dégrés ; mais comme ces Terres agiſſent avec plus ou moins de force, ſelon qu'elles ſont plus ou moins éloignées du ſommet *B*, il faut faire enſorte de raporter toute la pouſſée au point *B* ; pour cela je diviſe la hauteur *BD*, en un grand nombre de parties égales, par exemple, en autant de parties qu'elle contient de pieds, ainſi ſupoſant qu'il ſoit queſtion d'un revêtement de 15 pieds de hauteur, on aura 15 parties égales, & ſi par chaque point de diviſion l'on mene à la ligne *DA*, les paralelles *HG*, *NM*, *PO*, *RQ*, &c. l'on aura d'abord un petit triangle *HGB*, enſuite une quantité de Trapezes qui vont toujours en augmentant, & qu'on doit conſiderer comme autant de puiſſances qui pouſſent le mur ; or pour ſavoir la pouſſée de chacun, commençons par le triangle *HGB*, qu'on peut regarder ſelon l'Article 31. comme un corps poſé ſur le plan incliné *LGH*, qui agit contre la ſurface *BH*, pour la renverſer, ſi l'on nomme *b*, l'effort que fait le triangle contre la ſurface, on pourra, connoiſſant la pouſſée du triangle, connoître auſſi celle de tous les Trapezes qui ſont immédiatement après, car comme la Trapeze *GN*, eſt triple du triangle *HGB*, ſon effort contre la ſurface *HN*, ſera 3*b*, & la pouſſée de tous les autres Trapezes ſuivans pourra être exprimée par les differences des quarrés des termes d'une progreſſion Arithmétique, ce qui donne cette progreſſion *b*. 3*b*. 5*b*. 7*b*. 9*b*. 11*b*. 13*b*. 15*b*. 17*b*. 19*b*. 21*b*. 23*b*. 25*b*. 27*b*. 29*b*. Or ſi l'on ſupoſe que l'action du triangle *HGB*, au lieu d'agir le long de la ſurface *BH*, ſoit réunie au point *B*, que l'action du Trapeze *GN*, ſoit réunie au point *H*, & qu'il en ſoit de même pour l'action de tous les autres Trapezes réunie aux points *N*, *P*, *R*, & on pourra concevoir qu'une puiſſance exprimée par *b*, agit à l'extrêmité *B*, du bras de levier *BD*, qu'une autre exprimée par 3*b*, agit à l'extrêmité *H*, du bras de levier *DH*, & qu'en étant de même pour tous les autres Trapezes ou puiſſances, il y aura autant de leviers que de puiſſances, & ces leviers ſeront dans une progreſſion Arithmétique des nombres naturels, dont le premier terme ſera le levier *DB*, & le plus petit levier *DK*, de ſorte que la progreſſion des leviers ira en diminuant tandis que celle des puiſſances ira en augmentant ; car ſi l'on range ces deux progreſſions l'une ſur l'autre de maniere que chaque puiſſance réponde à ſon levier, l'on aura

b. 3*b*. 5*b*. 7*b*. 9*b*. 11*b*. 13*b*. 15*b*. 17*b*. 19*b*. 21*b*. 23*b*. 25*b*. 27*b*. 29*b*.
15. 14. 13. 12. 11. 10. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1.

Mais l'on ſait que les effets de pluſieurs puiſſances apliquées à des leviers, ſont dans la raiſon compoſée de leur force & de la longueur de leurs leviers; c'eſt pourquoi afin d'avoir l'effort dont chaque puiſſance eſt capable, il faudra la multiplier par ſon bras de levier, & la ſomme de tous les produits ſera égale à l'effort total de toutes les puiſſances apliquées à leur bras de leviers; mais comme chaque puiſſance pourra être tranſportée à l'extrêmité *B*, du bras *DB*, (en diviſant ſelon l'Article 11. le produit de ſa force & de ſon levier par toute la longueur *BB*,) on n'aura donc qu'à diviſer les produits dont nous venons de parler, par le diviſeur commun 15 pour avoir $\frac{12406}{15} = 82b\,\frac{2}{3}$ de ſorte que ſi l'on ſupoſe $82\,\frac{2}{3} = f$, l'on aura *bf*, pour l'effort de toutes les puiſſances réunies au point *B*.

Voulant ſavoir preſentement ce que *bf*, vaut en pieds quarrés, il faut ſe rapeller que *b*, a été ſupoſé égal à la pouſſée du triangle *HGB*, contre la ſurface *BH*. Or comme les côtés *GB*, & *BH*, de ce triangle ſont chacun d'un pied, ſa ſuperficie ſera de 6 pouces & la ſurface *BH*, n'en ſoutenant que la moitié par l'Article 31, à cauſe de la tenacité des Terres; *b*, ſera donc de 3 pouces de pieds quarrés, ainſi multipliant 3 pouces par 82 pieds 8 pouces, le produit ſera 20 pieds 8 pouces pour la valeur de *bf*.

Il eſt bon que je m'arrête ici un moment, afin d'expliquer pour quoi la tenacité des terres diminue leur pouſſée de la moitié de l'effort qu'elles ſeroient derriere le revêtement, ſi au lieu d'agir comme elles ſont, elles agiſſoient comme un corps Spherique qui ſeroit ſur le Plan incliné *AD*, ou comme un coin *ABD*, dont toutes les parties ſeroient parfaitement unies.

Remarquez que le triangle *GBH*, s'apuyant ſur le Trapeze *MGHN*, les terres de ce Trapeze ſont plus preſſées que celles du triangle, de même les Terres du Trapeze *OMNP*, ſont auſſi plus preſſées que celles qui ſont dans celui de deſſus, les Terres du Trapeze *QOPR*, plus preſſées encore que celles du précédent, ainſi des autres Trapezes, qui ſeront toujours plus preſſées, à meſure qu'ils approcheront du Plan incliné *AD*: & comme tous ces Trapezes depuis le plus petit juſqu'au plus grand ſe ſurpaſſent également, on peut donc dire que leur preſſion ou leur tenacité augmente dans la raiſon des termes d'une progreſſion Arithmétique, & que la tenacité qui eſt répandue dans tout le triangle *ABD*, n'eſt que la moitié de ce qu'elle ſeroit, ſi ſe trouvant uniforme dans chaque

chaque Trapeze, elle étoit égale à celle du dernier. Or comme la pouſſée des Trapezes derriere le revêtement *CD*, doit diminuer dans la même raiſon que leur renacité augmente, il m'a paru que pour y avoir égard, il falloit ne prendre que la moitié de la ſuperficie du petit rriangle *GBH*, pour la valeur de la puiſſance *b*, ce que j'ai fait avec d'autant plus d'aſſurance, que je me ſuis aperçû que tous les calculs que j'ai fait pour trouver l'épaiſſeur des revêtemens ſe rencontroient parfaitement bien avec ce que l'experience a pû autoriſer, ainſi je finis cette digreſſion pour reprendre la ſuite de l'Article précédent.

Mais comme les pieds quarrés que nous venons de trouver ne ſont point homogenes, avec ceux qui doivent exprimer la valeur du poids *Y*, les uns provenans du triangle de Terre *ABD*, & les autres du profil de Maçonnerie *CD*, il faut donc en ſuivant ce qui a éré dit dans l'Article 5 faire une réduction dans les premiers, c'eſt-à-dire prendre les deux tiers de 20 pieds 8 pouces, parce qu'un pied cube de Terre peſe moins d'un tiers qu'un pied cube de Maçonnerie, & pour lors *bf*, ou la puiſſance ne vaudra que 13 pieds 9 pouces 4 lignes.

Preſentement que l'on eſt prevenu de la valeur de la puiſſance il ne s'agit plus que de chercher, comme on l'a fait dans le Chapitre précedent, quelle épaiſſeur il faut donner au ſommet *BC*, & à la baſe *DF*, du revêrement pour qu'elle ſoit en équilibre par ſon poids avec cette puiſſance, ou ſi l'on veut avec la pouſſée des Terres, pour cela nous ſupoſerons que la puiſſance au lieu de pouſſer de *M*, en *B*, tire de *B*, en *T*, ce qui eſt la même choſe, & menant du point d'apui *F*, la perpendiculaire *FS*, ſur la direction *BT*, on prendra cette perpendiculaire à la place du bras de levier *FB*, & c'eſt par cette même raiſon que nous avons regardé cidevant la ligne *BD*, comme un bras de levier, dans la longueur duquel étoit apliqué un nombre de puiſſances, parce que cette ligne eſt égale à la perpendiculaire *FS*, & que par conſéquent on peut prendre l'une pour l'autre, nous aurons donc le levier recourbé *SFZ*, ainſi nommant *SF*, ou *CE*, *c*; *EF*, *d*; l'épaiſſeur *BC*, ou *DE*, *y*; le poids *V*, ſera $\frac{cd}{2}$, & le poids *Y*, ſera *cy*, ſi l'on réunit le poids *V*, au poids *Y*, & qu'on multiplie leur ſomme par le bras de levier *ZF*, on aura un produit égal à celui de la puiſſance *T*, par ſon bras de levier *SF*, avec lequel on formera cette équation $\frac{cvv}{2} + cdy + \frac{cdd}{3} = bcf$, de laquelle dégageant l'incon-

nue il viendra $y = \sqrt{2bf + \frac{cdd}{3}} - d$, qui donne ce que l'on cherche.

J'ai abregé les opérations qu'il a falu faire pour trouver la valeur de y, parce qu'elles ont été expliquées amplement dans l'Article 22, j'en uſerai ainſi dans la ſuite quand il s'agira de la même formule.

APLICATION.

Il eſt bien aiſé à preſent de mettre en pratique ce que le Problême précédent vient de nous enſeigner, car la derniere équation nous montrant que pour avoir la valeur de y, il faut doubler celle de la puiſſance X, ajouter le tiers du quarré de la ligne de talud, extraire la racine quarrée de la ſomme de cette quantité & en retrancher la ligne de talud, ayant trouvé que bf, vaut 13 pieds 9 pouces 4 lignes, $2bf$, vaudront 27 pieds 6 pouces 8 lignes, & comme la ligne de talud EF, eſt de 3 pieds, qui eſt la cinquiéme partie de la hauteur EC, ajoûtant donc à la valeur de $2bf$, 3, qui eſt égal à $\frac{dd}{3}$ l'on aura 30 pieds 6 pouces 8 lignes, dont la racine quarrée eſt 5 pieds 6 pouces 2 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner à la baſe DF, du revêtement; par conſéquent ſi l'on en retranche la valeur de la ligne de talud qui eſt 3 pieds, il reſtera 2 pieds 6 pouces 2 lignes pour l'épaiſſeur du ſommet BC.

En ſuivant la même regle, on trouvera qu'un revétement de 20 pieds de hauteur, doit avoir au ſommet 3 pieds 3 pouces 5 lignes, & ſur la retraite 7 pieds 3 pouces 5 lignes, qu'un autre de 30 pieds doit avoir pour épaiſſeur au ſommet 4 pieds 9 pouces 8 lignes, & ſur la retraite 10 pieds 9 pouces 8 lignes.

Remarque premiere.

33. On voit que la valeur de y, eſt un tant ſoit peu plus grande qu'elle ne devroit être naturellement, car quand nous avons ſupoſé que l'effort du triangle HGB étoit réuni au point B, l'on a donné un peu plus de force à ce triangle qu'il ne devoit en avoir, parce qu'agiſſant le long de la ligne BH, ſon action diminue à meſure qu'elle aproche du point H, le bras de levier n'étant plus ſi grand; c'eſt-à-dire, par exemple, que le triangle ne faiſant point autant d'effort au point I, qu'au point B, à cauſe que le bras de levier ID, eſt plus petit que BD, on a augmenté la force qui agit au

point *I*, en la ſuppoſant en *B*, de la difference qu'il y a du bras *ID* au bras *BD*, ainſi de tous les autres points de la ligne *BH*, & comme nous avons agi de même pour les Trapezes qui ſont après le triangle, en ſupoſant leur effort reunis aux points *HN*, &c. l'on voit que toutes les différences des bras de leviers jointes enſemble donnent un peu plus de force à la puiſſance qu'elle ne devroit avoir, mais ceci n'eſt pas un deffaut, car la puiſſance étant un peu au-deſſus de ce qu'elle doit être, il faudra donner au tevêtement un peu plus d'épaiſſeur qu'il n'en faudroit pour un parfait équilibre, & c'eſt ce qu'il faut abſolument, puiſque quand même l'on auroit trouvé dans la derniere juſteſſe ce point d'équilibre, il faudroit toujours donner plus d'avantage à la puiſſance réſiſtante qu'à celle qui agit, ainſi le calcul précédent eſt fort bon dans la pratique, cependant cela n'empêche pas que l'on ne puiſſe quand on voudra trouver la valeur de *y*, la plus approchante qu'il eſt poſſible, en diviſant la hauteur du Mur en un ſi grand nombre de parties, que la difference des bras de leviers ſoit fort petite ; on en ſera quitte pour faire un calcul beaucoup plus long que le précédent, mais ce ſeroit s'arrêter à la vétille que d'y prendre garde de ſi près. Ainſi on ne peut mieux faire que de donner toujours aux progreſſions des puiſſances & des leviers, autant de tetmes qu'il y a de pieds dans la hauteur du Mur.

Remarque ſeconde.

34. Je n'ai fait la remarque précédente que pour ſatisfaire la délicateſſe de ceux qui aiment que tout ce qui ſe raporte aux Mathématiques, ſoit toujours dans la derniere juſteſſe, mais ſi l'on fait attention que quand il s'agit de choſes de pratique il faut quelque fois s'écarter d'une trop grande préciſion, crainte qu'elle ne devienne nuiſible à ce que l'on veut exécuter, l'on verra que dans le ſujet dont il eſt ici queſtion, on auroit tort de faire des revêtemens qui fuſſent parfaitement en équilibre avec la pouſſée des Terres, ſurtout quand ils ſervent pour des Chauſſées, des Quays, &c. puiſque dans ce cas ils doivent non-ſeulement ſoutenir les Terres, mais encore le poids des Voitures & l'ébranlement qu'elles peuvent cauſer ; c'eſt pourquoi quand on n'y fera pas des contreforts, je voudrois qu'on leur donnât un quart plus de force qu'il ne leur en faudroit dans l'état d'équilibre, je veux dire que s'il s'agiſſoit par exemple, d'un Mur de 15 pieds, la puiſſance *bf*, au lieu de valoir 13 pieds 9 pouces 4 lignes, doit être de 17 pieds

2 pouces 8 lignes, ce qui donnera 3 pieds un pouce pour l'épaiſſeur du ſommet *BC*, & 6 pieds un pouce pour la baſe *DF*.

Remarque troiſiéme.

Ayant fait ſentir dans pluſieurs endroits de ce Livre, & particuliérement à l'Article 23. combien le talud qu'on donnoit au parement d'un Mur le fortifioit contre l'effort qu'il avoit à ſoutenir, j'ai crû devoir raporter ici un profil de Rempart aſſez ſingulier imaginé depuis peu par des gens qui n'ont peut-être point fait aſſez d'attention ſur la maniere dont ſe faiſoit la pouſſée des Terres; voici de quoi il eſt queſtion.

Pour ne point trop expoſer un revêtement aux injures des Saiſons, leur ſentiment eſt de faire le parement à plomb & lui donner un talud du côté des Terres dans la penſée que s'apuyant ſur ce talud, il y en auroit une partie qui contre-balanceroit la pouſſée de l'autre; pour en juger, il faut du point *A*, tirer la perpendiculaire
FIG. 5. *AE*, à la ligne *HD*, & faire *EF*, égal à cette perpendiculaire, afin d'avoir le triangle *AEF*, qui renfermera toutes les Terres qui agiſſent contre la ligne *EA*, que nous regarderons pour un moment comme une ſurface; dans ce cas il n'y a point de doute que ſi la ligne *EA*, étoit le derriere du revêtement, la pouſſée ne ſe fit comme à l'ordinaire: il s'agit donc de ſavoir ſi celles qui ſont renfermées dans le triangle *EAD*, ſoulage le revêtement, ou ſi au contraire elles ſe joignent aux autres pour en augmenter la pouſſée. Si l'on diviſe la ligne *EA*, en autant de parties égales que la hauteur du revétement contient de pieds, & que l'on faſſe les Trapezes des puiſſances comme à l'ordinaire, il eſt conſtant qu'en prolongeant toutes les paralelles au-delà de la ligne *EA*, juſqu'à la rencontre de la face *DA*, toutes les puiſſances contenues depuis *F*, juſqu'en *E*, ſe trouveront augmentées par les nouveaux Trapezes qui regnent depuis *I*, juſqu'en *A*, les unes plus, les autres moins, il y aura cela de particulier que les puiſſances qui auront les plus grands bras de leviers, ſeront juſtement celles qui auront reçues le plus d'augmentation; or ſi dans cette augmentation generale on y comprend encore le petit triangle *EDI*, qui ſera de conſéquence, à cauſe qu'il agit vers le ſommet de la muraille, il ſaute aux yeux que le triangle *AED*, bien loin d'affermir le revêtement contre la pouſſée des Terres qui ſont derriere la ligne *AE*, ne fait que le charger beaucoup plus qu'il ne le ſeroit ſi le Mur étoit à plomb de ce côté-là. On pourroit même déterminer avec aſſez de

préciſion à quoi peut aller cette nouvelle pouſſée, mais ce ſeroit perdre du tems mal-à-propos.

On remarquera ſeulement qu'en ne donnant point de talud aux revêtemens de Fortification, il n'y a point de doute qu'étant battus en bréche, la deſtruction ne ſe faſſe plutôt par la facilité que les débris auront de s'ébouler; d'un autre côté dans les Pays où la Maçonnerie n'eſt pas bien bonne & où les revêtemens ſont ſujets à ſurplomber ou à ſoufler, on s'apercevroit bientôt du mauvais effet de ce ſyſtême, qui à ce que je crois n'aura pas beaucoup de Partiſans.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

35. *Trouver quelle épaiſſeur il faut donner aux revêtemens des Rempars de Fortification qui ſont accompagnés d'un Parapet.*

Nous n'avons parlé juſqu'ici que de l'épaiſſeur des Murs qui ſoutenoient des Terraſſes & non pas de ceux qui ſervent de revêtemens aux Rempars des Fortifications, il y a des gens qui croyent que c'eſt à peu-près la même choſe, mais il y a bien de la différence; car comme on éleve toujours ſur ces ſortes de Rempars un Parapet de Terre qui fortifie la pouſſée de celles qui ſont déja derriere le revêtement, l'on ſent bien que ces revêtemens-ci doivent avoir plus d'épaiſſeur que ceux des Terres, il eſt vrai qu'il y a un peu de difficulté à trouver de combien le Parapet augmente cette pouſſée, mais l'on va voir qu'on en peut rendre le calcul auſſi aiſé que le précédent.

Ayant pris *KD*, égal à *DB*, conſidérez la premiere ligne comme marquant le niveau du Rempart, deſſus lequel l'on a élevé la Banquette & le Parapet *IGEQ*, ſoûtenu par un petit revêtement *EC*, auquel l'on donne ordinairement 4 pieds de hauteur ſur 3 d'épaiſſeur; ſi l'on diviſe la ligne *BD*, en autant de parties égales qu'il y a de pieds dans la hauteur du revêtement & que l'on tire toutes les lignes comme *ST*, *VX*, &c. paralelles à *KB*, elles formeront des Trapezes comme dans la figure précédente, & ſi l'on prolonge toutes ces paralelles juſqu'à la rencontre des lignes qui renferment le Parapet & la Banquette, l'on aura un grand nombre de nouveaux Trapezes, dont chacun pourra être regardé comme la quantité dont la puiſſance qui lui répond eſt augmentée. Cela poſé, il faut FIG. 4.

conſidérer d'abord qu'il y a le long de la ligne *EQ*, trois Trapezes & un triangle dont l'action doit être ſupoſée réünie aux points *E*, *M*, *O*, *N*, extrêmités des bras de leviers *AE*, *AM*, *AO*, *AN*, & comme l'effort de chacun de ces Trapezes doit être réduit à l'extrêmité *D*, du bras de levier *BD*, il faut multiplier l'expreſſion de la force dont chacun eſt capable par ſon bras de levier, & pour trouver cette expreſſion il n'y a qu'à voir le raport du petit triangle *DST*, à chaque Trapeze, ainſi ſupoſant que le Trapeze *LM*, ſoit quadruple du petit triangle, la pouſſée de ce petit triangle étant nommée *b*, comme ci-devant, celle du Trapeze *LM*, ſera 46, & l'on trouvera de même la pouſſée des trois autres Trapezes ſuivans; après cela il faut multiplier chacune de ces puiſſances par le bras de levier qui lui répond & écrire les quatre produits à patt pour les ajoûter quand il ſera tems, avec les autres que nous allons trouver. Il faut encore chercher le rapport du petit triangle *DST*, avec tous les autres Trapezes *PQ*, *RD*, *YS*, &c. qui regnent depuis *Q*, juſqu'en *I*, au-deſſus de la ligne *DK*, afin de voir combien chacun contient de fois la puiſſance *b*, enſuite écrire la progreſſion de toutes les puiſſances qui ſont au-deſſous de la ligne *DK*, comme on a fait dans l'Article 32. l'on aura *b*. 3*b*. 5*b*. 7*b*. 9*b*. 11*b*, &c. & voir combien chaque terme doit être augmenté, par exemple, comme le petit triangle *DST*, eſt augmenté de tout le Trapeze *RD*, on doit regarder le Trapeze *PT*, comme la puiſſance qui agit au point *D*, & le Trapeze *PQ*, agiſſant auſſi autour du point *D*, le premier terme de la progreſſion doit être augmenté d'autant d'unités que la puiſſance *b*, eſt contenue de fois dans les deux Trapezes *PT*, & *PQ*, de même le ſecond terme exprimant le Trapeze *SX*, doit être augmenté d'autant d'unités que la puiſſance *b*, eſt contenue de fois dans *RV*, ainſi des autres qui doivent augmenter ſelon que les Trapezes qui leur répondent dans la figure contiennent plus ou moins la puiſſance *b*, juſqu'à ce que l'on ſoit parvenu au point *I*, parce que pour lors ſi le triangle *KDB*, contient encore quelques puiſſances qui ne ſoient point augmentées dans la figure, elles ne doivent pas l'être non plus dans la progreſſion, & par conſéquent les termes qui leur répondent doivent être écrits comme à l'ordinaire.

Après qu'on aura écrit de ſuite toutes les puiſſances qui agiſſent le long de la ligne *DB*, & qui exprimeront par conſéquent la pouſſée des Terres du Rempart & du Parapet à l'exception de celles qui agiſſent derriere la ligne *EQ*, il faudra les multiplier par leur bras de leviers comme à l'ordinaire, & ajoûter à la ſomme de tous

les produits, les quatre que nous avons trouvé d'abord au ſujet du petit revêtement EC, après cela l'on aura l'effet total de toutes les puiſſances qui agiſſent derriere le revêtement $EQDB$, qui étant diviſé par la hauteur DB, le quotient donnera la pouſſée des Terres, ou ſi l'on veut toutes les puiſſances réünies à l'extrêmité D, du bras de lévier BD; de ſorte que s'il s'agit d'un revêtement dont la hauteur BD, ſoit de 25 pieds, l'on trouvera que la ſomme de toutes les puiſſances réunies au point D, ſera de $342b\frac{2}{3}$, & ſuposant $342\frac{2}{3}=f$, on aura donc la valeur de bf, qui eſt la puiſſance avec laquelle il faut que le revêtement, ſoit en équilibre.

Preſentement voulant trouver l'épaiſſeur DC, ou BZ, nous la nommerons y; QC, a; FC, g; la hauteur CZ, c; & la ligne de talud ZH, d; cela poſé, il faut réduire la figure $QEFC$, que nous conſidererons comme un rectangle à n'avoir qu'une même épaiſſeur BC, avec le rectangle $BDCZ$; pour cela il faut diviſer ſa ſuperficie qui eſt ag, par la ligne DC, (y) & on aura $\frac{ag}{y}$ pour la hauteur dont le rectangle DZ, doit être augmenté pour que le petit revêtement EC, ſoit uni avec le rectangle DZ; ainſi multipliant y par $\frac{ag}{y}+c$, l'on aura $ag+cy$, égal à toute la ſuperficie $BDQEFZ$, que nous ſupoſerons réunie au poids qui eſt ſuſpendu dans le milieu de la ligne BZ, auquel joignant comme à l'ordinaire le poids 3, & multipliant leur ſomme par le bras de levier $H4$, il viendra un produit égal à celui de la puiſſance bf, par ſon bras de levier BD, ou $H5$, d'où l'on tire cette équation $\frac{yyc}{2}+\frac{a^0y}{2}+cdy+agd+\frac{cdd}{3}=bfc$, qui eſt un peu compoſé, mais qui n'eſt pourtant pas difficile à réduire, car ſi l'on change $\frac{ag}{2}+cd$, en un rectangle qui ait pour une de ſes dimenſions la grandeur c, & que l'autre dimenſion ait été trouvée égale à n, l'on aura $\frac{ag}{2}+cd=cn$, par conſéquent $\frac{agy}{2}+cdy=cny$, or mettant dans l'équation précédente cny, à la place de ſa valeur, l'on aura $\frac{cyy}{2}+cny+agd+\frac{cdd}{3}=bfc$, de laquelle faiſant évanouir la fraction du premier terme, & diviſant le tout par c, l'on aura $yy+2ny+\frac{2agd}{c}+\frac{2dd}{3}=2bf$, ou bien $yy+2ny=2bf-\frac{2agd}{c}$

$-\frac{2dd}{3}$ à quoi ajoûtant nn, de part & d'autre pour rendre le premier membre un quarré parfait, il viendra $yy + 2ny + nn = 2bf - \frac{2agd}{c} - \frac{2dd}{3} + nn$, dont extrayant la racine quarrée, l'on aura enfin $y = \sqrt{2bf - \frac{2agd}{c} - \frac{2da}{3} + nn} - n$ qui donne 5 pieds 8 pouces, & environ 8 lignes pour la valeur de y.

Comme cette operation eſt un peu longue, ſur tout pour connoître la valeur de y, il vaut beaucoup mieux dans la pratique faire abſtraction du petit revêtement EC, & ne le pas admettre dans le calcul Algebrique, & pour lors l'on aura comme à l'ordinaire l'équation $y = \sqrt{2bf + \frac{dd}{3}} - d$, qui eſt beaucoup plus ſimple. Il eſt vrai que le poids qui exprime la peſanteur de tout le revêtement ſera plus leger qu'il ne devroit être de la partie EC, mais ce n'eſt point un mal, au contraire puiſque l'épaiſſeur DC, en ſera un tant ſoit peu plus grande qu'il ne faudroit pour un parfait équilibre, il ſemble même qu'on pourroit me reprocher de donner dans une trop grande préciſion pour un ſujet qui de lui-même demande d'être traité plus cavalierement ; car l'épaiſſeur qu'on trouvera de plus en omettant le petit revêtement, ne paſſe pas 8 ou 9 lignes, comme on le va voir.

APLICATION.

Ne faiſant point mention, comme je viens de le dire, du petit revêtement EC, il ne s'agit plus pour avoir l'épaiſſeur DC, en nombres, que de calculer l'équation $y = \sqrt{2bf + \frac{dd}{3}} - d$, pour cela il faut ſe rapeller que l'on a trouvé que f, valoit $342\frac{2}{3}$ qu'il faut multiplier par la valeur de b, qui eſt 3 pouces, parce que le petit triangle DST, vaut 6 pouces, & qu'il n'y en a que la moitié qui agit contre la ſurface DT, ou comme on l'a ſupoſé, contre le point D, & l'on aura 85 pieds 8 pouces pour la valeur de bf, mais comme bf, doit être diminué d'un tiers à cauſe que cette grandeur exprime la valeur d'une ſuperficie de Terre par l'Article 5, il faut donc prendre les deux tiers de 85 pieds 8 pouces, pour avoir 57 pieds un pouce 4 lignes pour la valeur de bf, réduite, c'eſt-à-dire pour qu'elle puiſſe entrer dans le calcul de la Maçonnerie.

rie. Or comme dans la formule, *bf* eſt multiplié par 2, il faut auſſi doubler 57 pieds un pouce 4 lignes pour avoir 114 pieds 2 pouces 8 lignes, à quoi ajoûtant le tiers du quarré de la ligne de talud, qui eſt 8 pieds 4 pouces, l'on aura 122 pieds 6 pouces 8 lignes, dont la racine quarrée eſt 11 pieds 10 pouces pour l'épaiſſeur *BH*, ſur la retraite, d'où retranchant la ligne de talud qui eſt 5 pieds, l'on trouvera 6 pieds 10 lignes pour l'épaiſſeur *DC*, que le Mur doit avoir au ſommet, & comme l'on n'a trouvé que 6 pieds 2 lignes, il s'enſuit, comme je l'ai inſinué, que la différence eſt 8 lignes.

Remarque premiere.

36. L'on voit qu'en ſuivant ce que je viens d'enſeigner, on peut trouver avec aſſez de préciſion la pouſſée des terres, qui compoſent le Rempart & le Parapet : On pourroit ſeulement ſe plaindre que c'eſt un travail un peu long de calculer la valeur de tous les Trapezes qui ſont au-deſſus de la ligne *DK*, à cauſe qu'ils ſont irréguliers, c'eſt pourquoi j'ai cherché une voye plus abregée & j'en ai trouvé une qui rend les operations tout auſſi aiſées, que s'il n'y avoit point de Parapet ; la voici.

Il faut commencer par faire abſtraction de tout ce qui eſt au-deſſus de la ligne *KC*, c'eſt-à-dire, qu'il ne faut conſidérer que le triangle de terre *KDB*, & le profil de la maçonnerie *BDCH*, comme s'il s'agiſſoit d'un revêtement de Tetraſſe, ainſi que dans l'Art. 32. enſuite écrire la progreſſion des puiſſances en lui donnant autant de termes que la hauteur *DB*, contient de pieds, & ſupoſant qu'elle en contienne 25, j'écris 1*b*. 3*b*. 5*b*. 7*b*. 9*b*. 11*b*. 13*b*. 15*b*. 17*b*. 19*b*. 21*b*. 23*b*. 25*b*. 27*b*. 29*b*. 31*b*. 33*b*. 35*b*. 37*b*. 39*b*. 41*b*. 43*b*. 45*b*. 47*b*. 49*b*. J'ajoute dix unités à chacun des vingt premiers termes de cette progreſſion pour avoir 11*b*. 13*b*. 15*b*. 17*b*. 19*b*. 21*b*. 23*b*. 25*b*. 27*b*. 29*b*. 31*b*. 33*b*. 35*b*. 37*b*. 39*b*. 41*b*. 43*b*. 45*b*. 47*b*. 49*b*. dont les cinq derniers termes ſont les mêmes que dans la progreſſion précédente, parce qu'ils n'ont pas été augmentés, car comme je l'ai dit, il n'y a qu'aux vingt premiers termes qu'il faut ajouter 10, ſoit que le revêtement ait 30, 40 ou 50 pieds de hauteur, les autres termes qui ſuivent les vingt premiers devant toujours reſter comme ſi on n'avoit fait aucun changement à la progreſſion ; je multiplie préſentement chaque terme par ſon bras de lévier, comme à l'ordinaire, j'entens que le premier terme 11*b* ſera multiplié par 25, le ſecond 13*b* par 24, le troiſiéme 15*b* par 23, & ainſi des autres ; car je ne fais aucun changement dans la progreſſion FIG. 4.

des nombres naturels qui expriment la longueur des leviers, toutes les multiplications étant faites, la ſomme des produits ſera $8625b$. qui étant diviſé par 25, le quotient donnera $345b$, ainſi f, qui dans l'Art. 25, étoit de $342\frac{2}{3}$ ſera ici de 345, ce qui fait environ 2 unités de plus, par conſéquent dans l'équation $y = \sqrt{2bf + \frac{dd}{3}} - d$, bf, au lieu de valoir 57 pieds un pouce 4 lignes, vaudra 57 pieds 6 pouces, qui donne environ 5 pouces de plus, & continuant le reſte de l'operation, je trouve que y vaut 6 pieds un pouce 2 lignes, au lieu qu'elle n'a été trouvée dans l'Article précédent que de 6 pieds 10 lignes, ce qui fait une différence de 4 lignes.

J'ai cherché ſelon ces deux méthodes, l'épaiſſeur qu'il falloit donner au ſommet de pluſieurs revêtemens, les prenant à des hauteurs arbitraires, j'ai trouvé que mes opérations donnoient la même choſe pour la valeur de y, à trois ou quatre lignes près, qui eſt une différence de ſi peu de conſéquence qu'il m'a paru qu'il valoit beaucoup mieux ſuivre cette méthode-ci que l'autre.

On demandera peut-être la raiſon qui m'a fait ajouter dix unités aux 20 premiers termes de la progreſſion, mais je n'en ai d'autres à donner, ſinon que je me ſuis apperçû, après avoir beaucoup cherché, que ces dix unités ajoûtées de ſuite, faiſoient une compenſation pour les puiſſances & les leviers, qui donnoient la même choſe que les Trapezes qui ſont au-deſſus de la ligne KC, qui compoſent le Parapet, quoique ces Trapezes allaſſent tantôt en augmentant, tantôt en diminuant, auſſi ne faut-il regarder cet abregé que comme un moyen qui n'eſt bon que dans la pratique & dont on peut ſe ſervir auſſi utilement que de la méthode que j'ai expliquée dans l'Art. 35 ſans laquelle je n'aurois pas trouvé celle-ci.

Remarque ſeconde.

On ne pratique plus gueres des revêtemens de Maçonnerie au deſſus du cordon, pour ſoutenir les terres du Parapet, parce qu'on
FIG. 6. s'eſt apperçû que les éclats que cauſoit cette Maçonnerie, quand elle étoit battue du Canon, devenoient nuiſibles à ceux qui étoient derriere le Parapet, d'ailleurs qu'il falloit plus de tems & de difficulté pour percer les embraſures en tems de ſiége que ſi ce Parapet n'étoit revêtu que de gazons ou de placages ſur les deux tiers de talud, qui eſt le parti que l'on prend aujourd'hui, pour cela l'on éloigne un peu le pied du Parapet du ſommet de la muraille afin

qu'il ſe ſoutienne mieux, comme on le voit dans la 6e Figure; mais que le Parapet ſoit revêtu ou non, la méthode que je viens de donner pour calculer la pouſſée des Terres, ſera toujours la même auſſi-bien que pour les demi-revêtemens.

USAGE D'UNE TABLE

Pour trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux revêtemens de Terraſſes & à ceux des Remparts de Fortification.

37. Comme il y a des gens qui pourroient ſe trouver embaraſſés de ſe ſervir des regles que j'ai enſeignées au ſujet des revêtemens des Terraſſes & des Remparts, faute de bien entendre les raiſons ſur leſquelles elles ſont établies, j'ai crû qu'il étoit à propos de donner une Table qui les diſpenſât de faire des longs & pénibles calculs, dans leſquels il eſt toujours dangereux de ſe tromper, à moins qu'on n'y aporte une grande attention, & afin d'éviter les moindres fautes, j'ai fait faire ceux qui ont ſervi à compoſer cette Table par trois perſonnes fort intelligentes, qui chacune en particulier faiſant les mêmes opérations, je n'euſſe plus qu'à voir ſi elles ſe raportoient, de ſorte que quand elles differeroient en quelque choſe, je puſſe voir de quelle part l'erreur pouvoir provenir, ainſi l'on peut s'aſſurer que ces calculs ont été faits avec toute la préciſion poſſible.

La premiere Colomne comprend toutes les hauteurs des Murs depuis 10 juſqu'à 100, allant en progreſſion Arithmetique dont la différence eſt 5, c'eſt-à-dire que le premier nombre apartient à un Mur qui auroit 10 pieds de hauteur, le ſecond à celui qui en auroit 15, le troiſiéme à celui qui en auroit 20, & ainſi de ſuite juſqu'à 100, faiſant attention que cette hauteur ne doit être compriſe que depuis la retraite juſqu'au cordon, aux revêtemens qui ſoutiennent un parapet; parce que l'on fait abſtraction du petit revêtement *EC*, & que tous ces revêtemens ſont ſupoſés avoir pour talud du côté du parement, la cinquiéme partie de leur hauteur, l'autre côté étant élevé à plomb.

J'ai été fâché après avoir calculé cette Table d'avoir donné aux Murs un talud ſi conſiderable, parce que la pratique de la plûpart des Ingenieurs d'aujourd'hui eſt de ne donner que le 7e de la hauteur pour talud, leur raiſon étant qu'un plus grand talud expoſe trop le parement aux injures de l'air, ce qui cauſe des écorchemens au bout de quelques années, au lieu que cela n'arrive pas

quand on leur en donne moins, cependant comme cela oblige à augmenter beaucoup l'épaiſſeur du ſommet, je doute qu'on abandonne abſolument l'ancienne méthode ; c'eſt-à-dire celle de M. de Vauban, qui dans ſon profil général donne pour talud la cinquiéme partie de la hauteur, & c'eſt à ſon exemple que j'ai pris le même parti ne pouvant avoir un meilleur garant.

La ſeconde Colomne comprend les puiſſances équivalentes à la pouſſée des Terres que doit ſoûtenir un revêtement de Terraſſes, de Quays, de Chauſſées, &c. afin que dans les occaſions où l'on auroit beſoin de connoître cette pouſſée, on la trouve ici tout d'un coup ſans faire aucun calcul, ainſi ſi l'on vouloit ſavoir par exemple, quel effort font les Terres raportées derriere un revêtement de 30 pieds de hauteur, ou ce qui revient au même, quelle ſeroit la force de la puiſſance qui agiroit au ſommet du revêtement & qui ſeroit équivalente à la pouſſée de toutes les Terres qui agiſſent derriere le revêtement depuis le haut juſqu'en bas, on cherchera dans la premiere Colomne le nombre 30, & l'on prendra dans la ſeconde celui qui lui répond que l'on trouvera de 52 pieds 6 pouces 4 lignes, qu'on doit regarder comme équivalant à des pieds provenans d'une coupe de Maçonnerie, parce qu'on a fait la réduction de ceux de Terres afin de pouvoir les comparer avec les profils de Maçonnerie, ou les poids qui les expriment, comme je l'ai aſſez expliqué dans l'article 5.

La troiſiéme Colomne contient comme la ſeconde, un nombre de pieds, pouces, &c. quarrés qui expriment auſſi la pouſſée des Terres, mais différemment, parce qu'on y a compris celles du Parapet & du Rempart, comme on en a fait mention dans les Articles 35 & 36.

La quatriéme Colomne donne l'épaiſſeur que chaque revêtement doit avoir au ſommet par rapport à ſa hauteur, pour être en équilibre par ſon poids avec la pouſſée des Terres ; ainſi voulant ſavoir l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet d'un revêtement qui auroit 30 pieds de hauteur, il n'y a qu'à chercher dans la premiere Colomne le nombre 30 & l'on regardera dans la quatriéme le nombre qui lui répond ; on trouvera 4 pieds 9 pouces 8 lignes pour ce que l'on demande, ainſi des autres.

La cinquiéme Colomne comprend l'épaiſſeur des mêmes revêtemens avec cette différence qu'au lieu d'être en équilibre avec la pouſſée des Terres, comme dans la quatriéme, les épaiſſeurs qu'on y donne apartiennent à des revêtemens, dont la réſiſtance ſeroit au-deſſus de l'équilibre, d'un quart de la force de la pouſſée

des Terres, c'eſt-à-dire par exemple, que ſi un mur de 30 pieds de hauteur eſt en équilibre avec 200 toiſes cubes de Terre en ne lui donnant que 4 pieds 9 pouces 8 lignes au ſommet, comme dans la quatriéme Colomne il pourroit en ſoûtenir 250 ſi on lui donnoit l'épaiſſeur qui ſe trouve dans la cinquiéme, qui eſt de 5 pieds 11 pouces une ligne: ceci répond à ce qui a été dit dans l'Article 34. on l'a calculé exprès pour ſervir à déterminer l'épaiſſeur des revêtemens des Terraſſes, des Quays, des Chauſſées, &c. auſquels ne voulant point faire des contreforts, on eſt bien aiſe de mettre leur réſiſtance au-deſſus de la pouſſée des Terres afin d'agir en toute ſûreté; au lieu que ſi l'on s'étoit attaché préciſément à l'équilibre, il eut été à craindre que les ébranlemens cauſés par les Voitures ne produiſiſſent des ſecouſſes qui auroient pû mettre par accident la pouſſée des Terres au-deſſus de la réſiſtance du revêtement: malgré cette précaution je conviens que les quatre ou cinq premiers termes de cette Colomne ne donnent point aſſez d'épaiſſeur aux Murs qui leur répondent, pour pouvoir s'en ſervir ſans contreforts, parce que dans la pratique on ne doit point abſolument conſiderer la Maçonnerie comme indiſſoluble, ſur tout quand elle eſt nouvellement faite; mais à l'exception de ces trois ou quatre termes-là, auſquels il eſt à-propos d'avoir égard, on pourra ſe ſervir des autres ſans crainte.

Il ſemblera peut-être, ſelon ce que je viens de dire que la quatriéme Colomne eſt aſſez inutile, puiſqu'on lui préferera toujours la cinquiéme, mais comme c'eſt elle qui donne le point d'équilibre, pour augmenter la puiſſance d'un quart, & que d'ailleurs elle nous ſervira dans la ſuite quand nous parlerons des contreforts, il étoit néceſſaire de ne pas l'obmettre.

Quand à la ſixiéme Colomne, elle donne l'épaiſſeur du ſommet des revêtemens des Remparts à la hauteur du cordon, dans les cas où ces Remparts ſoûtiendroient un Parapet, & ſeroient en équilibre par leur réſiſtance à la pouſſée des Terres qui compoſent le Rempart & le Parapet, on ne parle point de combien il faudroit augmenter l'épaiſſeur de ces revêtemens pour mettre leur réſiſtance au-deſſus de la pouſſée des Terres, parce que cela auroit été inutile, à cauſe qu'il convient mieux d'y ajouter des contreforts pour les raiſons qu'on verra dans le cinquiéme Chapitre.

Les termes de la quatriéme, cinquiéme & ſixiéme Colomne ſervant à donner l'épaiſſeur du ſommet des revêtemens, on n'a pas parlé de celles que doivent avoir leur baſes, parce que pour la trouver, on n'a qu'à ajouter à celle du ſommet la cinquiéme par-

tie de la hauteur du revêtement qu'on veut élever, par exemple; ſi l'on ajoute 6 pieds à 4 pieds 9 pouces 8 lignes, l'on aura 8 pieds 9 pouces 8 lignes pour l'épaiſſeur que doit avoir ſur la retraite un revêtement qui auroit 30 pieds de hauteur, & qui ſelon la quatriéme Colomne ſeroit en équilibre, avec la pouſſée des Terres : il en ſera de même pour tous les autres revêtemens de la cinquiéme & ſixiéme Colomne.

Comme les hauteurs des revêtemens qui ſont dans la premiere Colomne, vont en augmentant de cinq pieds, n'ayant pas voulu ſuivre la progreſſion des nombres naturels, à cauſe que la Table eut été un trop grand travail, il eſt bon de dire quelque choſe ſur ce qu'il convient de faire quand on voudra chercher l'épaiſſeur d'un revêtement dont la hauteur ne ſe raporteroit pas préciſement avec quelques-uns des termes de la premiere Colomne; par exemple, s'il s'agiſſoit d'un revêtement de 28 ou 29 pieds de hauteur, on pourra prendre l'épaiſſeur qui répond à 30, quoiqu'elle ſoit un peu plus forte qu'il ne faut. Mais ſi la hauteur étoit de 26 ou 27 pieds, il faudra dans le cas d'équilibre, ajouter l'épaiſſeur qui répond à 30 pieds, avec celle qui répond à 25, & prendre la moitié de la ſomme; c'eſt-à-dire 4 pieds 9 pouces 8 lignes, avec 4 pieds 7 lignes, pour avoir 8 pieds 10 pouces 3 lignes, dont la moitié eſt 4 pieds 5 pouces 1 ligne, qui eſt ce que l'on demande: on pratiquera la même choſe pour la cinquiéme & la ſixiéme Colomne.

La 2.de des Ing.rs liv. I.er pl. 2. page 46.

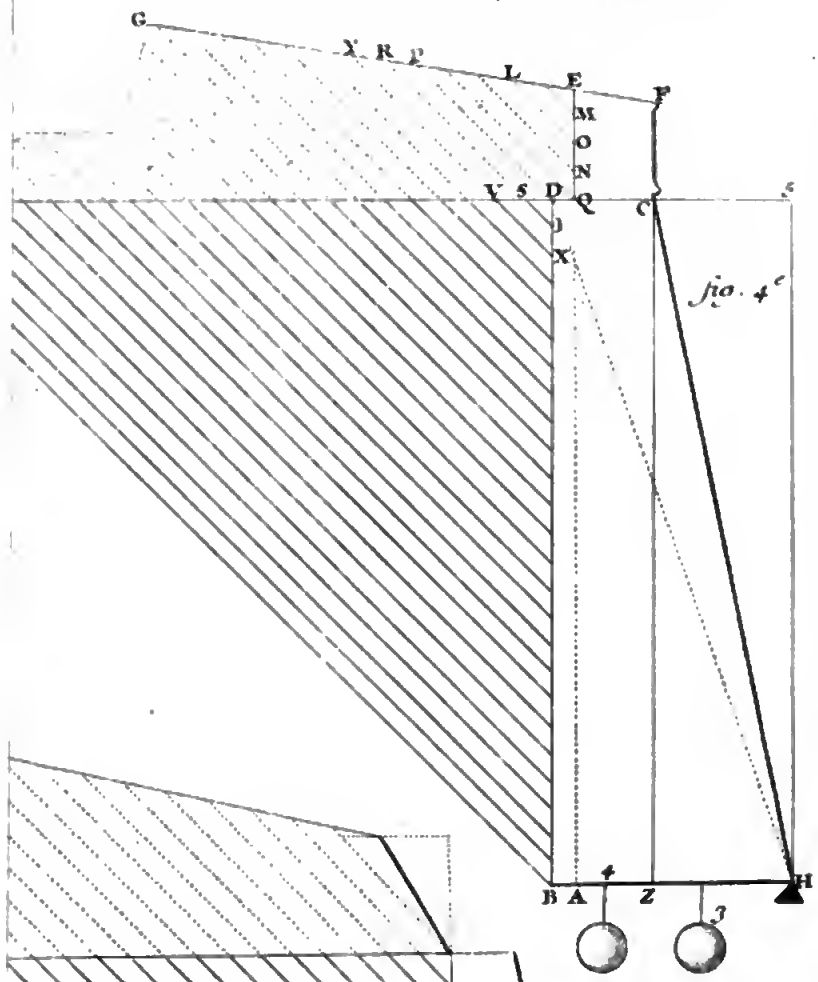


fig. 6.e

BIBLIOTECA NAZIONALE
NAPOLI

TABLE

Pour régler l'épaiſſeur qu'il faut donner aux revêtemens de Maçonnerie qui ſoûtiennent des Terraſſes ou Remparts.

Hauteur des revêtemens.	Valeur des puiſſances qui ſont équivalentes à la pouſſée des Terres qui n'ont point de Parapet.	Valeur des puiſſances qui ſont équivalentes à la pouſſée des Terres du Rempart & du Parapet des Ouvrages de Fortification.	Epaiſſeur du ſommet des revêtemens qui ſont en équilibre avec la pouſſée des terres lorſqu'il n'y a pas de Parapet.	Epaiſſeur du ſommet des revêtemens dont la réſiſtance eſt au-deſſus de l'équilibre d'un quart de la pouſſée.	Epaiſſeur des revêtemens qui ſont en équilibre par leur réſiſtance avec des Remparts qui ſoutiennent un Parapet.
pieds.	pieds. pou. lig.	pieds. pou. lig.	pieds. pou. lig.	pieds. pou. lig.	pieds. pou. lig.
10.	6. 5. 0.	15. 7. 0.	1. 9. 1.	1. 11. 6.	3. 8. 4.
15.	13. 9. 4.	27. 1. 4.	2. 6. 6.	2. 9. 11.	4. 6. 8.
20.	23. 11. 0.	41. 5. 0.	3. 3. 5.	3. 8. 3.	5. 4. 6.
25.	36. 6. 0.	57. 6. 0.	4. 0. 7.	4. 6. 7.	6. 1. 2.
30.	52. 6. 4.	74. 4. 0.	4. 9. 8.	5. 4. 9.	6. 9. 0.
35.	71. 0. 0.	95. 3. 4.	5. 6. 11.	6. 3. 1.	7. 4. 8.
40.	92. 3. 0.	117. 8. 0.	6. 3. 10.	7. 1. 6.	8. 1. 2.
45.	116. 3. 0.	142. 7. 0.	7. 1. 3.	7. 11. 10.	8. 7. 11.
50.	143. 1. 0.	170. 1. 0.	7. 10. 5.	8 10. 0.	9. 3. 0.
55.	172. 8. 0.	200. 3. 0.	8. 7. 6.	9. 8. 4.	9. 11. 10.
60.	205. 0. 4	233. 1. 0.	9. 4. 9.	10. 6. 8.	10. 9. 1.
65.	240. 2. 0.	271. 10. 0.	10. 2. 0.	11. 5. 1.	11. 4. 3.
70.	278. 1. 0.	306. 9. 0.	10. 11. 0.	12. 3. 4.	12. 0. 8.
75.	318. 9. 0.	347. 10. 0.	11. 8. 3.	13. 1. 8.	12. 9. 1.
80.	362. 3. 0.	391. 7. 6.	12. 5. 4.	14. 0. 0.	13. 5. 6.
85.	408. 6. 0.	438. 6. 0.	13. 2. 7.	14. 10. 3.	14. 2. 1.
90.	457. 6. 0.	487. 3. 8.	13. 11. 9.	15. 8. 6.	14. 10. 9.
95.	526. 10. 6	556 10. 6.	14. 8. 10.	16. 6. 11.	15. 7. 5.
100.	563. 11. 0.	594. 10. 0.	15. 6. 1.	17. 5. 3.	16. 4. 2.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

38. *Voulant augmenter l'épaiſſeur d'un revêtement qui ſeroit en équilibre avec la pouſſée des Terres, on demande de combien la réſiſtance de ce revêtement deviendra plus forte qu'elle n'étoit par raport à l'augmentation qu'on veut faire.*

Pour réſoudre ce Problême, nous ſupoſerons que a, exprime l'épaiſſeur au ſommet d'un revêtement quelconque, quand la réſiſtance du Mur eſt égale à la pouſſée des Terres, & que m exprime la nouvelle épaiſſeur compoſée de la premiere & de l'augmentation propoſée; cela poſé, ſi dans le premier membre de l'équation $yy + 2dy + \frac{2dd}{3} = 2bf$, (où nous avons vû Art. 22. que le poids étoit en équilibre avec la puiſſance) l'on met a au lieu de y, l'on aura $aa + 2da + \frac{2dd}{3}$ pour la réſiſtance dont le revétement eſt capable étant en équilibre avec la pouſſée des Terres; & mettant encore m, à la place de y dans la même équation, l'on aura $mm + 2dm + \frac{2dd}{3}$ pour la réſiſtance du revêtement après avoir augmenté ſon épaiſſeur, par conſéquent le rapport que nous cherchons ſera égal à $\frac{aa + 2da + \frac{2dd}{3}}{mm + 2dm + \frac{2dd}{3}}$ qu'on connoîtra en mettant des nombres à la place des Lettres.

APLICATION.

Remarquez que le numérateur de la fraction précédente, n'eſt autre choſe que le quarré de $a + d$, c'eſt-à-dire le quarré de l'épaiſſeur de la baſe du revêrement moins le tiers du quarré de la ligne de talud, & que le dénominateur eſt auſſi égal au quarré de la baſe du revêtement, dont on a augmenté l'épaiſſeur moins le tiers du quarré de la même ligne de talud. Or s'il s'agit d'un revêtement de 30 pieds de hauteur, qui ſoutienne un Rempart avec un Parapet, ſelon la ſixiéme Colomne de la Table, l'épaiſſeur de ce revêtement au

au ſommet dans l'état d'équilibre, ſera de 6 pieds 9 pouces, à quoi ajoûtant la ligne de talud qui eſt ſix pieds, l'épaiſſeur de la baſe ſera 12 pieds 9 pouces, dont le quarré eſt 162 pieds 6 pouces 9 lignes, duquel retranchant 12 qui eſt le tiers du quarré de la ligne de talud, il reſtera 150 pieds pour la valeur de $aa + 2da + \frac{2dd}{3}$ en négligeant les 6 pouces 9 lignes qui ne feroient qu'embaraſſer. Mais ſi l'on veut augmenter de 15 pouces l'épaiſſeur en queſtion, la baſe ſera de 14 pieds, dont le quarré eſt 196, d'où retranchant encore 12, il reſtera 184 pour $mm + 2dm + \frac{2dd}{3}$, ainſi l'on aura $\frac{150}{184}$, qui étant réduit donne à peu près $\frac{5}{6}$, ce qui fait voir que les 15 pouces dont on a augmenté l'épaiſſeur du revêtement, le rendent plus fort de la cinquiéme partie de la force qu'il lui auroit fallu pour être en équilibre avec la pouſſée des Terres.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

39. Connoiſſant la hauteur, & les épaiſſeurs du ſommet & de la baſe d'un Mur qui ne ſoûtient aucune pouſſée, trouver qu'elle eſt la puiſſance avec laquelle il pourroit être en équilibre.

Si un Mur AD, eſt élevé à plomb des deux côtés, qu'on nomme c, ſa hauteur AC; a, l'épaiſſeur AB, ou CD; & x, une puiſſance P, qui tireroit de A en F, le poids M, ſera ac; il eſt conſtant que le point d'apui étant en C, l'on aura $x, ac :: \frac{a}{2}, c$, dont le produit des extrémités & celui des moyens donnent, après la réduction $\frac{aa}{2} = x$. PLANCH. FIG. 1.

Mais ſi le Mur étoit comme le Profil CA, c'eſt-à-dire, qu'il fut élevé à plomb d'un côté & qu'il eut un talud de l'autre; il eſt certain que la puiſſance que l'on cherche tirant de E en Q, feroit un effet tout différent que dans la figure précédente : or pour trouver la valeur de cette puiſſance, nous nommerons DF, a; FA, d; la hauteur EF, c; & la puiſſance Q, y; cela poſé, ayant réuni le poids O, au poids N, & multiplié leur ſomme par le bras GA, l'on aura un produit égal à celui de la puiſſance Q, (y) par la per- FIG. 2.

pendiculaire *AB*, & ſi de chacun de ces produits l'on efface la lettre *c*, il viendra $\frac{aa}{2} + ad + \frac{dd}{3} = y$, qui fait voir que la puiſſance *Q* eſt égale à la moitié du quarré de l'épaiſſeur *CE*, ou *DF*, plus au tiers du quarré de la ligne de talud *FA*, plus enfin à un rectangle compris ſous *DF*, & *FA*.

APLICATION.

On peut faire uſage de cette propoſition pour voir ſi des Murs qui ne ſoûtiennent rien, peuvent ſervir de revêtement à des Rempars qu'on voudroit élever derriere, puiſque cherchant dans la Table à quoi peut aller la pouſſée des Terres, on s'appercevra ſi ces Murs ont aſſez de force, car ſi le mur qui eſt élevé à plomb des deux côtés a par exemple ſix pieds d'épaiſſeur, la moitié de ſon quarré ſera 18, ainſi il ne pourra tout au plus ſoûtenir qu'une puiſſance équivalente à 18 pieds quarrés.

De même dans le ſecond Profil, ſupoſant l'épaiſſeur *DF* de 4 pieds, la ligne de talud *FA* de 5, ſuivant ce qu'enſeigne l'équation $\frac{aa}{2} + ad + \frac{dd}{3} = y$, l'on trouvera que la puiſſance *Q*, eſt de 36 pieds 4 pouces, & que par conſéquent la pouſſée des Terres qu'on voudroit lui faire ſoutenir, ne doit point paſſer cette quantité.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

De la conſidération des Murs qui ont des Contreforts.

TOut le monde ſait que les contreforts qu'on éleve avec les murs contribuent beaucoup à les fortifier contre la pouſſée des Terres ou des Voûtes quand ils en ſoûtiennent, mais il ne paroît pas qu'on ſe ſoit apliqué à examiner de combien ils pouvoient rendre ces murs capables d'une plus ou moins grande réſiſtance, ſelon la longueur, l'épaiſſeur, la diſtance & même la figure qu'on donneroit aux contreforts; ce ſujet eſt pourtant digne d'attention, ſurtout quand il s'agit de certains Ouvrages qui doivent plûtôt tirer leur ſolidité des regles de l'art, que de l'abondance des matériaux, puiſque ſi l'on connoiſſoit bien le mécaniſme qui apartient à

ce ſujet, on éleveroit des Edifices qui ſeroient encore plus hardis que la plûpart de ceux qui ſont tant d'honneur aux ſiécles paſſés, on travailleroit avec ſûreté, & l'on n'apercevroit pas une certaine timidité qui eſt aſſez ordinaire aux Ouvrages des modernes : les anciens Architectes paroiſſent en ceci plus éclairés, s'ils n'avoient pas des régles certaines & démontrées comme celles qu'on demande, ils agiſſoient au moins avec un jugement qui en approchoit beaucoup, les beaux monumens qu'ils nous ont laiſſés en ſont foi, leur Egliſes ſont d'une légereté admirable, ils ſemble qu'ils ont uſé de quelques moyens extraordinaires, qu'on a perdu avec eux ; cependant ſi l'on y prend garde de près, l'on verra que tout ce qui en fait le merveilleux, n'eſt autre choſe que la bonne liaiſon des matériaux, la ſituation & l'étendue des contreforts dont ils ſe ſont toujours ſervi heureuſement, & comme peu de gens s'arrêtent à cette derniere particularité, faute d'en connoître tout le mérite, ils ſont ravis d'un étonnement qu'ils ne ſavent à quoi attribuer : les Egliſes que l'on a bâti dans ces derniers tems & entr'autres quelques-unes de Paris, ſont bien éloignées d'intriguer perſonne : ſi elles cauſent quelque ſurpriſe, c'eſt de les voir ſi materielles qu'elles ſemblent avoir épuiſé toutes les Cartieres du Pays : eſt-il poſſible que l'intervalle de quelques ſiécles rende les hommes ſi opoſés ſur une même choſe ? Ne conviendra-t'on jamais que dans tout ce que l'on fait qui eſt ſuſceptible de plus & de moins, il y a un certain point d'où dépend la conſtruction la plus parfaite qu'il eſt poſſible d'atteindre, & que c'eſt à ce point-là qu'il faut uniquement s'apliquer afin d'y demeurer fixe quand on l'aura une fois trouvé ; de pareilles recherches ſeroient d'un grand avantage pour la perfection de l'Architecture : on ne peut trop engager ceux qui la cultivent d'y travailler, & comme les contreforts y doivent avoir beaucoup de part, nous allons faire enſorte dans ce Chapitre d'en bien développer toute la Théorie ; mais avant cela il eſt à propos que j'avertiſſe qu'il faut ſupoſer que les contreforts dont nous parlerons, ont été conſtruits dans le même tems que les murs qu'ils ſoûtiennent, & que la liaiſon eſt ſi parfaite, que de part & d'autre elle ne fait plus qu'un ſeul corps.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLE'ME.

40. *Ayant le Profil* ABCD, *d'un mur élevé à plomb des deux côtés ſoutenu par des contreforts repréſentés par le rectangle* AEFC, *on demande ſi une puiſſance* Q, *agiſſoit de* A, *en* B, *pour renverſer ce mur du côté du parement, ou une autre* P, *de* A *en* E, *pour le renverſer du côté des contreforts, quel eſt le raport de la réſiſtance du mur de ces deux cas, ou ce qui eſt la même choſe, le raport de la puiſſance* Q, *à la puiſſance* P, *ſupoſant qu'elles agiſſent chacune en particulier.*

Conſiderez la Figure 5 qui repréſente le Plan de la Maçonnerie du Profil qui eſt au-deſſus, dont les contreforts ſont rectangles & égaux dans ce Plan, l'on ſupoſe que l'épaiſſeur *LI*, des contreforts eſt égale à l'épaiſſeur *CD*, de la muraille; que leur longueur *FC*, eſt double de leur épaiſſeur, & que leur diſtance *CL*, ou *IK*, eſt double de la longueur *FC*; ainſi nommant l'épaiſſeur *CD*, ou *LI*, *a*; *FC*, ſera 2*a*, & *CL*, ou *IK*, ſera 4*a*; quant à la hauteur *AC*, de la muraille & des contreforts, nous la nommerons *b*; cela poſé, *ab*, ſera la valeur du rectangle *AD*, ramaſſé dans le poids *N*, qui eſt ſuſpendu dans le milieu de la ligne *CD*, & 2*ab*, ſera la valeur du rectangle *EC*; or comme cette muraille n'a point de longueur déterminée, nous n'y aurons pas égard, cependant les contreforts étant à une certaine diſtance, & ne formant point de maſſif continu, comme la muraille fait dans ſa longueur, on ne peut pas dire que 2*ab* expriment la valeur des contreforts, puiſque pour cela il faudroit qu'il n'y eut point d'intervalle entr'eux; il faut donc réduire la valeur des contreforts, de façon qu'on puiſſe la conſidérer comme ſi elle régnoit ſur toute la longueur du mur, pour cela l'on n'a qu'à diviſer 2*ab* par 5, & l'on aura $\frac{2ab}{5}$ égal à l'expreſſion du poids *M*, qu'on doit regarder comme équivalant à tous les contreforts réunis enſemble dans un des points de la ligne *GM*, tirée du centre de gravité.

FIG. 4. & 5.

Préſentement il faut réunir le poids *M*, au poids *N*, enſorte qu'il peſe autant en *H* qu'il peſe en *G*, par raport au point d'apui

D, ainſi je multiplie la valeur du poids M, par ſon bras de lévier GD, ($2a$) pour avoir $\frac{4aab}{5}$ que je diviſe par le bras HD, ($\frac{a}{2}$) le quotient eſt $\frac{8ab}{5}$, qui étant ajoûté avec le poids N, (ab) donne $\frac{13ab}{5}$ pour la ſomme des poids M & N, réünis ſi l'on veut dans le ſeul poids O: maintenant ſi l'on nomme x, la puiſſance Q, & qu'on conſidere les lignes HD, & BD, comme faiſant un lévier recourbé dont le point d'apui eſt en D, l'on aura BD, (b) HD, ($\frac{a}{2}$) :: O, ($\frac{13ab}{5}$) x, qui donne cette équation $bx = \frac{13aab}{10}$, ou bien $x = \frac{13aa}{10}$ qui fait voir que la puiſſance Q, eſt $\frac{13aa}{10}$.

Si au lieu de ſupoſer le point d'appui en D, on le ſupoſe en F, l'on aura le lévier recourbé EFH, à l'extrémité d'un des bras duquel eſt encore le poids O, qui exprime toujours la muraille & les contreforts, & la puiſſance P, à l'autre bras, laquelle étant nommée y, donnera dans l'état d'équilibre EF, (b) FH, ($\frac{5a}{2}$) :: $\frac{29ab}{25}$, y. D'où l'on tire $y = \frac{29aa}{10}$, par conſéquent Q, (x) P, (y) :: $\frac{13aa}{10}$, $\frac{29aa}{10}$ ou comme treize eſt à vingt-neuf.

Remarque premiere.

41. Cette propoſition montre clairement qu'un mur qui a des contreforts réſiſte beaucoup plus à l'effort d'une puiſſance quand elle agit dans un ſens oppoſé aux contreforts, que lorſqu'elle pouſſe du côté des contreforts mêmes, à cauſe de la différence des bras de leviers qui répondent à la baſe.

Remarque ſeconde.

42. L'on remarquera encore que ſi dans les revêtemens de Fortifications & de Terraſſes, l'on n'avoit égard qu'à la pouſſée des Terres, il vaudroit beaucoup mieux faire les contreforts en dehors qu'en dedans, cependant cela ne ſe pratique point ainſi, pour ne pas choquer la vûë & pour d'autres raiſons qui ſe font aſſez ſentir; mais

quand il s'agit de ſoutenir les piés-droits d'une Voûte, c'eſt alors qu'il faut abſolument les placer en dehors, afin qu'ils ſoient directement opoſés à la pouſſée.

Remarque troiſiéme.

43. Pour faire voir à quel point un mur qui ſoûtient quelque pouſſée, eſt capable de réſiſter davantage lorſqu'il y a des contreforts que quand il n'y en a point, quoique la même quantité de Maçonnerie ſubſiſte de part & d'autre, augmentons par plaiſir l'épaiſſeur CD, de la muraille de toute la maçonnerie qui eſt employée dans les contreforts, pour cela je diviſe la longueur FC, $(2a)$ par 5, pour avoir $\frac{2a}{5}$ qui ſera l'épaiſſeur RC réduite, qui étant ajoûtée avec CD, donnera $\frac{7a}{5}$ pour toute l'épaiſſeur RD, ou PX, du nouveau profil YX, qui étant multipliée par la hauteur YP, (b) donne $\frac{7ab}{5}$ pour la valeur du rectangle YX, réuni au poids T, qui eſt ſuſpendu dans le milieu V, de la ligne PX: or ſupoſant le point d'apui en X, & une puiſſance S, qui tire de R en S, nommant cette puiſſance z, l'on aura dans le cas d'équilibre RX, (b) XV, $(\frac{7a}{10}) :: T, (\frac{7ab}{5})\, z$, qui donne $\frac{49aa}{50} = z$, & comme 49 ne differe de 50 que d'une unité, nous ſupoſerons $aa = z$.

Préſentement pour comparer la puiſſance Q, $(\frac{13aa}{10})$ à la puiſſance S, on donnera à la ſeconde le même dénominateur qu'à la premiere, & pour lors l'on aura $Q, S, :: \frac{13aa}{10} \frac{10aa}{10}$, qui étant réduite, donne $Q, S :: 13, 10$. L'on peut donc conclure de tout ceci, que plus les contreforts ſeront longs, & plus le bras de lévier ſera à l'avantage de la puiſſance réſiſtante, c'eſt pourquoi dans les occaſions où l'on peut ſe diſpenſer de donner une grande épaiſſeur aux contreforts, il vaut mieux étendre ſur leur longueur que ſur leur épaiſſeur la maçonnerie qu'on leur deſtine, afin que l'ouvrage en ſoit encore plus inébranlable.

FIG. 4. & 5.

FIG. 3.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.*

44. *Ayant un revêtement de Terraſſe* ABCD, *& une puiſſance* P, *dont la force eſt ſupoſée beaucoup au-deſſus de la réſiſtance dont le revêtement eſt capable par ſon poids, on demande de quelle longueur il faudra faire des contreforts qu'on voudroit y ajoûter, afin que le tout ſoit en équilibre avec cette puiſſance.* FIG. 6. & 7.

Pour bien entendre ce Problême, il faut être prévenu que la hauteur *CE*, du revêtement eſt ſupoſé de 30 pieds, & qu'ainſi ſelon la régle générale, la ligne de talud *ED* doit être de 6 pieds. Or ſi ce revêtement avoit des Terres à ſoûtenir, on verra dans la Table que la puiſſance équivalente à leur pouſſée; c'eſt-à-dire la puiſſance *P*, eſt de 52 pieds 6 pouces 4 lignes, & que pour mettre le revêtement en équilibre avec cette puiſſance, il faudroit donner 4 pieds 9 pouces 8 lignes à l'épaiſſeur *BC* du ſommet, par conſéquent ſi l'on diminuoit cette épaiſſeur de quelque choſe; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi au lieu de lui donner 4 pieds 9 pouces 8 lignes, on ne lui donnoit que 3 pieds, la puiſſance étant toujours ſupoſée la même, il eſt certain que le revêtement ne ſeroit plus en équilibre, parce que le bras de lévier *ID*, ſera racourci, & le poids *M*, diminué, ce qui mettroit la puiſſance beaucoup au-deſſus de la réſiſtance du revêtement, cependant comme on veut maintenir l'un & l'autre en équilibre, on prend le parti de faire des contreforts, & la queſtion ſe réduit à ſçavoir quelle longueur il faudra leur donner par raport à leur épaiſſeur, & la diſtance où ils ſeront poſés, afin qu'ils ſupléent à l'épaiſſeur qu'on a donnée de moins qu'il ne falloit au ſommet *BC*.

Pour cela nous nommerons *BC*, ou *AE*, *a*; *CE*, *c*; *FD*, *d*; *GA*, *y*; & nous ſupoſerons que *n*, marque toute l'épaiſſeur *AD* de la baſe, afin d'avoir $n = a + d$, & que la puiſſance *P*, eſt toujours exprimée par *bf*, cela étant le poids *M* ſera *ac*, & le poids *N* ſera $\frac{dc}{2}$; à l'égard du poids *L*, il ſeroit exprimé par *cy*, ſi le rectangle *FA*, étoit le profil d'un mur qui regnât ſur toute la longueur du revêtement, mais n'étant que celui des contreforts, il faut comme nous l'avons dit dans l'art.

40 avoir égard à leur diſtance & à leur épaiſſeur. Or ſi l'on ſupoſe que de l'eſpace $LMON$, qui régne derriere le revêtement, il n'y en air qu'un quart qui ſoit occupé par les contreforts ; c'eſt-à-dire, que donnant par exemple, 4 pieds à l'épaiſſeur BC, ou EF, de chaque contrefort, on en laiſſe 12 d'intervalle de C en D, tous les contreforts pourront être exprimez par $\frac{cy}{4}$, de même que tout le revêtement $ABCD$, par $ac+\frac{cd}{2}$, il ne s'agit donc plus que de réunir les poids L, & N, avec le poids M, pour ne faire enſemble qu'un ſeul poids O, qui faſſe le même effet étant ſuſpendu au point I, par raport au point d'apui D, qu'ils font étant ſuſpendus en H, & en K, pour cela l'on fait qu'il faut multiplier le poids N, $(\frac{ca}{2})$ par ſon bras de levier KD, $(\frac{cd}{3})$ de même que le poids L, $(\frac{cy}{4})$ par ſon bras de lévier HD, $(n+\frac{y}{2})$ & diviſer chaque produit par le bras ID, & qu'alors l'on aura $\frac{\frac{cyy+2cny}{8}+\frac{cdd}{3}}{\frac{a+2d}{2}}+ac$, pour la valeur du poids O : or multipliant ce poids par ſon bras de lévier ID, l'on aura un produit égal à celui de la puiſſance P, $(bf,)$ par ſon bras de lévier DQ, (c) par conſéquent cette équation $\frac{cyy+2cny}{8}+\frac{cdd}{3}+\frac{caa+2cad}{2}=bcf$, d'où effaçant c, & faiſant paſſer du premier membre dans le ſecond, les termes où l'inconnuë ne ſe trouve point, l'on aura $\frac{yy+2ny}{8}=bf-\frac{aa-2ad}{2}-\frac{dd}{3}$; ſi de cette équation l'on fait évanoüir la fraction du premier membre & qu'on ajoûte nn, de part & d'autre pour rendre le premier membre un quarré parfait, l'on aura $yy+2ny+nn=8bf-4aa-8ad-\frac{8dd}{3}+nn$, d'où extrayant la racine quarrée & dégageant l'inconnuë, il viendra pour derniere équation $y=\sqrt{8bf-4aa-8ad-\frac{8dd}{3}+nn}-n$, qui donne ce que l'on cherchoit.

APLICATION.

Pour ſçavoir en nombre quelle doit être la longueur des contreforts

forts, il faut ſe rappeller que l'on a ſupoſé que la puiſſance bf, valoit 52 pieds 6 pouces 4 lignes, que a, valoit 3 pieds, d, 6 & a, $+d$, ou n, vaudra donc 9 pieds; ainſi en ſuivant ce qui eſt enſeigné dans la derniere équation, l'on aura $8bf=420$ pieds 2 pouces 8 lignes. $4aa=36$, $8ad=144$, $\frac{8dd}{3}=96$, & $nn=81$. Mais cette équation montre auſſi qu'il faut ajouter $8bf$, avec nn; c'eſt-à-dire, 420 pieds 2 pouces 8 lignes, avec 81, pour avoir 501 pieds 2 pouces 8 lignes, & qu'il en faut ſouſtraire $4aa$. $8ad$ & $\frac{8dd}{3}$ ou leur valeur 36, 144, 96, qui font 276, & de la différence qui eſt 225 pieds 2 pouces 8 lignes, en extraire la racine quarrée, qu'on trouvera d'environ 15 pieds, de laquelle ſouſtrayant n, qui vaut 9 pieds, la difference ſera 6 pieds pour la valeur de y, ou ſi l'on veut, pour la longueur qu'il faudra donner aux contreforts.

Remarque premiere.

45. Si l'on vouloit que les contreforts & le revêtement au lieu d'être en équilibre par leur réſiſtance avec la puiſſance P, ſuſſent capables de ſoutenir l'effort d'une autre puiſſance qui ſeroit plus forte d'un quart que celle-ci, il faudroit au lieu de ſuppoſer bf, égal à 52 pieds 6 pouces 4 lignes, le ſuppoſer de 65 pieds 8 pouces; pour lors les contreforts auront 9 pieds 6 pouces 4 lignes de longueur & non pas 6 pieds.

Remarque ſeconde.

46. Nous venons de ſupoſer que l'eſpace $LMNO$, qui regne derriere le revêtement étoit rempli par un quart de maçonnerie & par trois quarts de terre, parce que l'intervalle AB, d'un contrefort à l'autre, eſt triple de l'épaiſſeur BC, de chaque contrefort, & c'eſt pour cela que nous avons diviſé la longueur EB, par 4, parce qu'en effet la ligne AC, qui vaut quatre parties égales peut être regardée comme le dénominateur d'une fraction, dont le numerateur eſt égal à la partie BC, qui eſt un quart de toute la ligne AC; mais ſi l'on vouloit que les contreforts fuſſent plus près les uns des autres; enſorte qu'ils ne fuſſent éloignés, par exemple, que du double de leur épaiſſeur, pour lors l'étendue qu'occuperont tous les contreforts ſera à celui qui regne entre les deux paralelles LM, & NO, comme un eſt à trois, ce qui fait voir qu'au lieu de diviſer la longueur inconnue des contreforts; c'eſt-à-dire, y par 4, il ne fau- FIG. 7.

droit la diviſer que par 3, ou par 2, ſi l'on vouloit que les contreforts ne fuſſent diſtans les uns des autres que d'un intervalle égal à leur épaiſſeur, enfin ſi l'on vouloit que l'étendue occupée par les contreforts ſoit à tout l'eſpace renfermé par les paralelles comme 2 eſt à 5, il faudroit multiplier y par 2 & le diviſer enſuite par 5, parce qu'alors l'on aura $\frac{2y}{5}$ qui exprimera la réduction des contreforts; or comme 5 marque tout l'eſpace renfermé entre les paralelles, & 2 celui qui eſt occupé par les contreforts, ſi l'on retranche donc 2 de 5, il reſtera 3, & les nombres deux & trois marqueront le rapport de l'épaiſſeur des contreforts à leur diſtance; il eſt bon de faire attention à ceci, quoique ce ne ſoit qu'une bagatelle, parce que dans le Problême ſuivant où nous chercherons quel doit être le rapport de l'épaiſſeur des contreforts à leur diſtance, cela pourra nous ſervir.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

FIG. 6. 47. *Ayant déterminé la longueur* AG, *des contreforts, l'épaiſſeur* BC, *du revêtement & ſa ligne de talud* ED, *on demande quelle épaiſſeur il faudra donner aux contreforts par rapport à la diſtance où il faudra les éloigner les uns des autres pour que toute la Maçonnerie ſoit en équilibre avec la puiſſance* P, *qui tireroit de* C, *en* Q.

On ſupoſe encore ici, comme on l'a fait ailleurs, que la puiſſance P, eſt beaucoup au-deſſus de la réſiſtance dont le revêtement $ABCD$, eſt capable par ſon poids, & qu'ainſi il faut faire des contreforts pour donner au revêtement la force qui lui manque: or comme dans le Problême précédent, nous avons cherché quelle longueur il faloit donner à ces contreforts pour rencontrer le point d'équilibre, ici l'on ſuppoſe que cette longueur a été déterminée, & qu'il s'agit ſeulement de ſçavoir quel rapport il doit y avoir de l'épaiſſeur des contreforts à leur diſtance, afin qu'ils compoſent enſemble un maſſif ſuffiſant pour rendre le revêtement capable de ſoutenir l'effort de la puiſſance.

Ayant nommé GH, h; BA, c; AE, a; ED, d; AD, n; c'eſt-

à-dire $n = a + d$, & la puiſſance P, bf, comme à l'ordinaire ; l'on aura $\frac{cd}{2}$ pour le poids N, & ac pour le poids M ; quand au poids L, comme il ne doit exprimer qu'une partie du rectangle $GFBA$, on ne peut pas dire que ch, ſoit la valeur de ce poids, parce que ch, doit être diviſé par une certaine grandeur qui détermine le raport de l'épaiſſeur des contreforts avec leur intervalle : or comme on ne connoît pas cette grandeur, nous la nommerons x, & pour lors le poids L, ſera $\frac{ch}{x}$ preſentement ſi l'on réünit les trois poids L, M, N, en un ſeul O, & qu'on le multiplie par le bras de levier ID, l'on aura un produit égal à celui de la puiſſance P, par ſon bras de levier DQ, qui donnera cette équation $\frac{chh + 2cnh}{2x} + \frac{aac + 2adc}{2} + \frac{cdd}{3} = bfc$, dont je n'explique point les opérations qui l'ont formées, parce qu'elles ſont les mêmes que celles de la propoſition précédente, il ſuffira ſeulement de dire que pour avoir la valeur de l'inconnue x, il faut d'abord effacer c, de toute part, & faire paſſer $\frac{aa + 2da}{2} + \frac{dd}{2}$ du premier membre dans le ſecond, afin d'avoir $\frac{hh + 2nh}{2x} = bf - \frac{aa - 2da}{2} - \frac{dd}{3}$ d'où faiſant évanoüir la fraction du premier membre, il viendra $hh + 2nh = 2xbf - xaa - 2xad - \frac{2xdd}{3}$; or ſi l'on diviſe cette équation par $2bf - aa - 2ad - \frac{2dd}{3}$ elle ſera changée en celle-ci $\frac{hh + 2nh}{2bf - aa - 2ad} - \frac{2dd}{3} = x$ qui donne la valeur de x.

APLICATION.

Supoſant que la puiſſance P, ſoit de 66 pieds, que GA, ou h, ſoit de 7 pieds, ED, ou d, de 6, AE, ou a, de 3, l'on aura 9 pour la valeur de n ; cela poſé, le dividende de l'équation précédente, ſera 175 & le diviſeur ſera 63, ainſi faiſant la diviſion, l'on aura pour quotient $2 + \frac{7}{9}$ ou ce qui eſt la même choſe $\frac{25}{9} = x$, c'eſt-à-dire, qu'il faut diviſer ch, par $\frac{25}{9}$, mais comme $\frac{ch}{\frac{25}{9}}$ eſt la

même choſe que $\frac{9ch}{25}$ l'on voit que ſuprimant ch, qui eſt inutile, & retranchant le numerateur du dénominateur, il vient $\frac{9}{16}$ qui marque le raport de l'épaiſſeur qu'il faut donner aux contreforts avec l'intervalle dont ils doivent être éloignés les uns des autres ; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi l'on donnoit 4 pieds $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur aux contreforts, il faudroit les conſtruite à 8 pieds les uns des autres.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

FIG. 6. 48. *Ayant déterminé la longueur* GA, *des contreforts, leur épaiſſeur & leur diſtance, de même que la ligne de talud,* ED, *& la hauteur* CE, *l'on demande quelle épaiſſeur il faudra donner au ſommet* BC, *du revêtement, pour qu'il ſoit en équilibre par ſon poids avec une puiſſance qui tireroit de* C, *en* Q.

Nous nommerons GA, h; ED, d; la hauteur CE, c; l'épaiſſeur BC, ou AE, x; & la puiſſance bf, comme à l'ordinaire ; or comme l'on ſuppoſe que l'eſpace occupé par les contreforts eſt à toute l'étendue $LMNO$, comme 2 eſt à 5, la réduction des contreforts, ou ſi l'on veut, la valeur du poids L, ſera donc $\frac{2hc}{5}$, le poids M, ſera xc, & le poids N, $\frac{cd}{2}$; ſi preſentement l'on réünit ces trois poids dans un ſeul O, & qu'on multiplie enſuite ce poids par le bras ID, l'on aura comme ci-devant un produit égal à celui de la puiſſance P, par ſon bras de levier DQ, par conſéquent cette équation $\frac{xc}{2} + xcd + \frac{2xhc}{5} + \frac{hhc}{5} + \frac{2hdc}{5} + \frac{ddc}{3} = bfc$, d'où faiſant paſſer du premier membre dans le ſecond les termes où l'inconnuë ne ſe trouve point, & diviſant le tout par c, l'on aura $\frac{xx}{2} + xd + \frac{2xh}{5} = bf - \frac{hh}{5} - \frac{2hd}{5} - \frac{dd}{3}$, mais ſi l'on ſupoſe $n = d + \frac{2h}{5}$, l'on aura $nx = dx + \frac{2hx}{5}$, & mettant nx, à la place de ſa valeur

dans l'équation précédente, multipliant le tout par 2 pour faire évanoüir la fraction $\frac{xx}{2}$ elle ſera changée en celle-ci, $xx + 2nx = 2bf - \frac{2hh}{5} - \frac{4dh}{5} - \frac{2dd}{3}$ à laquelle ajoutant nn, de part & d'autre, il viendra $xx + 2nx + nn = 2bf + nn - \frac{2hh}{4} - \frac{4dh}{5} - \frac{2dd}{3}$; or ſi de cette équation l'on en extrait la racine quarrée, & qu'on dégage enſuite l'inconnuë, on aura cette derniere équation, $x = \sqrt{2bf + nn - \frac{2hh}{4} - \frac{4dh}{5} - \frac{2dd}{3}} - n$, qui donne ce que l'on cherche.

APLICATION.

Si l'on ſupoſe que la puiſſance bf, ſoit de 55 pieds, & que GA, (h) ſoit de 5, & la ligne de talud ED, de 4, l'on n'aura qu'à faire les mêmes opérations par les nombres que celles qui ſont indiquées dans la derniere équation, & l'on trouvera que l'épaiſſeur BC, ou AE, doit être de 4 pieds 5 pouces 4 lignes, pour que le revêtement joint aux contreforts ſoit en équilibre avec la puiſſance.

Remarque.

49. Après qu'on aura trouvé le point d'équilibre au ſujet de quelqu'un des Problêmes précédens, on pourra mettre le revêtement & les contreforts au-deſſus de la pouſſée des terres, ſoit en donnant un peu plus d'épaiſſeur au ſommet, ou en augmentant la ligne de talud ou la longueur des contreforts, je n'en donne point d'exemple, parce que ceci peut ſe faire ſans aucune difficulté.

Examen des différentes Figures qu'on peut donner à la baſe des contreforts.

50. On a inſinué au commencement de ce Chapitre, qu'il falloit avoir égard à la figure qu'il convenoit de donner à la baſe des contreforts, ſelon les différens uſages des murs auſquels ils ſeroient apliqués; comme c'eſt ici l'endroit d'en examiner toutes les circonſtances, voici ce qui m'a parû qu'on pouvoit dire ſur ce ſujet.

Quand il s'agit des murs qui ne ſoutiennent aucune pouſſée comme ſont ceux de clôture, & qu'on juge à propos d'y faire des con-

treforts, il ſemble qu'il eſt aſſez indifferent de donner à leur baſe telle figure que l'on voudra, parce que dans ce cas, les contreforts ne ſervent guere qu'à donner plus d'aſſiette aux murs, & comme on a coutume de faire leur baſe rectangulaire, il ne ſera pas mal de ſuivre l'uſage, c'eſt pourquoi nous ne nous y arrêterons point.

Mais quand les contreforts ſont apliqués derriere des revêtemens, qui doivent ſoûtenir des terres & autres poids conſidérables, la baſe qui convient le mieux eſt de la faire comme *ECDF*; c'eſt-à-dire, FIG. 9. lui donner plus de largeur à la queuë *CD*, qu'à la racine, *EF*, parce que le centre de gravité au lieu d'être dans le milieu de ſa longueur, comme au rectangle *AB*, ſera plus éloigné du point d'apui, par conſéquent le bras de levier, qui répond au poids, devenant plus long, le revêtement ſera capable d'une plus grande réſiſtance qu'auparavant avec la même quantité de maçonnerie; & ſi j'ai ſupoſé rectangulaire la baſe des contreforts qui ont eu lieu dans les propoſitions précédentes, ce n'eſt pas que j'aie voulu montrer qu'il falloit la faire ainſi, ç'a été ſeulement pour agir avec plus de ſimplicité.

Si les contreforts ſont en dehors; c'eſt-à-dire, opoſés à la pouſſée de la puiſſance qui agit, comme aux pieds-droits des Voutes, il faut au contraire faire leur baſes plus larges à la racine qu'à la queuë FIG. 9. comme *IHGK*, parce que le centre de gravité ſera plus éloigné du point d'apui, & que le bras de levier qui répond au poids ſe trouvera encore allongé comme dans le cas précédent, mais dans un ſens contraire, ce qui donnera beaucoup plus de force aux piés-droits & aux contreforts. Je ne parle pas de pluſieurs autres figures qu'on pourroit donner à la baſe des contreforts pour fortifier encore davantage les revêtemens, parce que ces figures dépendroient de certaines courbes qu'il ſeroit bien difficile de faire entendre non-ſeulement aux maçons, mais même à ceux qui les dirigent; j'ai de la répugnance auſſi-bien qu'eux pour tout ce qui n'eſt pas d'une utilité eſſentielle, ſur tout dans les choſes qui demandent d'être exécutées par des voyes ſimples.

Mais pour juger exactement de la réſiſtance dont les revêtemens peuvent être capables par rapport à la figure qu'on donnera à leurs FIG. 8. contreforts, nous ſupoſerons que le profil *LY*, apartient à trois re-& 9. vêtemens differens, dont le premier auroit tous ſes contreforts comme *AB*; le ſecond comme *CF*, & le troiſiéme comme *HK*; que ces contreforts ſont égaux en ſuperficie, & que par conſéquent la quantité de maçonnerie eſt égale pour chacun des revêtemens,

Cela posé, remarquez que dans le rectangle AB, le centre de gravité est au point O, milieu de la longueur LR (par l'art. 1.) qui répond aussi au profil, mais qu'il n'en est pas de même de l'autre plan CF, puisque pour avoir son centre de gravité, selon l'art. 10. il faut diviser la ligne LR, en trois également, ensuite couper la partie du milieu MQ, au point N, de maniere que NM, soit à NQ, comme EF, est à CD; or ayant fait CD, double de EF, NQ, sera double de NM, par conséquent le point N, sera le centre de gravité; mais dans le profil, le poids qui exprimera le contrefort pésera plus en N, qu'en O, dans la raison de NZ, à OZ, qu'on doit regarder comme des bras de leviers dont le point d'apui est en Z, par conséquent le contrefort CF, résistera plus que AB, dans la raison des lignes NZ, & OZ.

Cependant le contrefort CF, résistera encore bien davantage que HK, si la ligne GK, est double de HI, car pour lors MP, sera double de PQ, parce que le centre de gravité sera au point P, & le poids qui y sera suspendu ne pésera pas tant que s'il étoit en O, & encore moins que s'il étoit en N, dans la raison que PZ sera plus petit que NZ.

Il suit de ce que l'on vient de dire, que plus les lignes égales CD, & GK, seront plus grandes que EF, & HI, plus le contrefort CF, aura sa résistance au-dessus de HK, quand les bases de ces deux contreforts seront égales en superficie.

Voulant exprimer d'une maniere generale, la résistance dont chacun des trois revêtemens est capable, nous nommerons RV, a; VZ, d; VY, c; RZ, q; LR, h; & le tiers de la même ligne LR, n; l'on aura $\frac{aac + 2acd}{2} + \frac{cdd}{3}$ pour le rectangle RY, & le triangle de talud réüni au tour du point T, multiplié par le bras de levier TZ; d'autre côté ch, exprimera la valeur du rectangle des contreforts, & si l'on supose que selon l'Article 46, la maçonnerie de ces contreforts occupe un tiers de l'espace qui est entre la queuë & la racine, l'on aura $\frac{ch}{3}$ pour la valeur des contreforts réduite, qu'il faut multiplier par les bras des leviers $OZ\left(\frac{2q+3n}{2}\right)$ $NZ\left(\frac{3q+5n}{3}\right)$, $PZ\left(\frac{3q+4n}{3}\right)$ dont les produits seront $\frac{2chq+3chn}{6}$, $\frac{3chq+5hcn}{9}$, $\frac{3chq+4ch}{9}$ qu'il faudroit diviser par TZ, pour réünir chaque poids au point T; mais comme ces grandeurs doivent être ensuite mul-

tipliées par la même ligne TZ, quand on voudra former les équations des poids & des puiſſances par leur bras de leviers, on ſe contentera d'ajouter chacun de ſes produits avec $\frac{aac + 2acd}{2} + \frac{ddc}{3}$ ainſi nommant x, la puiſſance qui ſera en équilibre avec le premier revêtement des contreforts AB, l'on aura $\frac{aa + 2ad}{2} + \frac{dd}{3} + \frac{2hq + 3hn}{6} = x$, nommant y, celle du revêtement dont les contreforts ſeront comme CF, l'on aura $\frac{aa + 2ad}{2} + \frac{dd}{3} + \frac{3hq + 5hn}{9} = y$, enfin nommant z, la puiſſance qui eſt en équilibre avec la réſiſtance du revêtement, dont les contreforts ſont comme HK, l'on aura $\frac{aa + 2ad}{2} + \frac{dd}{3} + \frac{3hq + 4hn}{9} = z$, par conſéquent ſi on donne des valeurs en nombre aux lignes qui ſont exprimées par les lettres qui compoſent les premiers membres des équations précédentes, il ſera aiſé de connoître le raport des trois puiſſances, x, y, z, qui fera voir de combien ces revêtemens ont plus de force les uns que les autres.

Il ſuit de tout ce que l'on vient de voir, que ſi l'on veut faire des revêtemens qui ayent la même hauteur, & des pouſſées égales à ſoûtenir, que pour les mettre en équilibre, on ſera contraint de donner plus d'épaiſſeur au ſommet de ceux qui auront leurs contreforts comme HK, que s'ils les avoient comme CF.

Je ne ſais par quelle raiſon on fait ordinairement les contreforts des revêtemens de Fortification plutôt comme HK, que comme CF, ſi ce n'eſt pour les lier davantage à la muraille, puiſque ſi l'on en excepte ce motif qui eſt de conſéquence, ſurtout quand on n'a pas de bons matériaux, on ne peut pas douter qu'il ne faille beaucoup plus de maçonnetie, ſelon la premiere maniere que ſelon la ſeconde pour faire le même effet, il y en a qui veulent que ce ſoit pour diminuer la pouſſée des Terres; mais c'eſt une erreur, puiſqu'elles agiront de même de quelque façon que les contreforts ſoient, comme il eſt aiſé de le prouver. D'autres prétendent que c'eſt afin qu'ils ſoutiennent plus long-tems la violence du Canon quand on bat en bréche, & qu'ils empêchent que la chemiſe d'un Ouvrage ne ſoit pas ſi-tôt ruinée, cette raiſon n'eſt pas meilleure que la précédente, comme on le va voir.

Supoſant que la muraille ait été ruinée juſqu'à la racine des contreforts; on ſait bien que quand les batteries des aſſiégeans en ſont là, les contreforts ne ſont pas un petit obſtacle à l'avancement de la

la brêche, puiſqu'ayant moins de priſe que le reſte, ce n'eſt pas ſans difficulté que l'ennemi parvient à les raſer, au point de rendre la brêche praticable. Or la queſtion ſe réduit à ſavoir lequel des deux contreforts *CF*, ou *HK*, ſoutiendra plus long-tems le choc des boulets, pour en juger, nous les examinerons comme s'ils étoient détachés du revêtement.

On ne peut pas diſconvenir que la face *FH*, étant celle qui ſe preſente à l'ennemi, ne ſoit plutôt détruite que l'autre *BC*, parce que les angles aigus *F*, & *H*, ont peu de ſolidité, & comme ce qui reſtera du contrefort va toujours en diminuant vers la queuë, l'ébranlement augmentant à meſure que les premieres parties ſeront détachées, la deſtruction totale ſera bientôt achevée. FIG. 10. & 11.

Il n'en eſt pas de même ſelon l'autre figure ; car comme la face *BC*, préſente un plus petit front, elle ſera moins en priſe, les angles obtus *B* & *C* ſe ſoutiendront davantage que les autres *F* & *H*. D'ailleurs les faces *AB*, & *BC*, ne ſe préſentant que de biais, le boulet ne les choquera point avec la force abſolue, ainſi la deſtruction ne pourra ſe faire que ſucceſſivement, à meſure que les parties qui ſont immédiatement derriere la ligne *BC*, ſeront détruites ; & je ne doute nullement que s'il faut 40 coups de Canon pour raſer le contrefort *FH*, il n'en faille plus de 60 pour le contrefort *AC*, & comme il arrivera la même choſe à tous les autres qui accompagneront ce dernier dans l'étendue de la bréche, on ne peut pas conteſter qu'un revêtement dont les contreforts ſont plus épais à la queue qu'à la racine, ne ſe ſoutiennent bien plus long-tems que s'ils étoient faits comme on les pratique ordinairement. Au reſte, je ne veux rien décider abſolument là-deſſus, j'expoſe mes reflexions, on en fera l'uſage qu'on jugera à propos ; ce que je poutrois dire pour juſtifier ce que j'avance quelquefois, qui n'eſt pas conforme à l'uſage, c'eſt que je ne rapporte rien qui ne ſoit établi ſur des démonſtrations.

Pour lier cette diſſertation avec les propoſitions de ce Chapitre, il eſt à propos de faire remarquer que ſoit qu'on ſe ſerve des contreforts comme *CF*, ou comme *HK*, on réſoudra tous les Problêmes précedens de la même façon que ſi ces contreforts étoient comme *AB* ; puiſqu'il n'y aura d'autre différence que dans la ſituation du centre de gravité ; c'eſt pourquoi quand ils ſeront comme *CF*, il faudra multiplier la ſuperficie des contreforts par la ligne *NZ*, & quand on les ſera comme *HK*, il faudra la multiplier par *PZ*, & non pas par *OZ*, à cauſe que le bras de levier eſt augmenté dans le premier cas, & diminué dans le ſecond ; à cela près, tout FIG. 9.

le reſte ſe fera comme il a été enſeigné.

M. *Delormes* me voyant travailler à cet Ouvrage, me dit qu'ayant démoli dans la derniere Guerre pluſieurs Places du Duc de Savoye : entr'autres *Pignerol*, *Verceilles*, *Hivrée & Veruë*, il avoit remarqué que tous les contreforts des revêtemens de ces Places étoient liez enſemble par une Arcade, qui alloit ſe terminer à la hauteur du cordon, & qu'au-deſſus des Arcades & des contreforts, il regnoit une eſpece de banquette ſur laquelle repoſoit la plus grande partie des Terres du Parapet ; cela lui a fait penſer que pour fortifier les revêtemens contre la pouſſée des Terres, l'effet du Canon, & empêcher que la brêche ne ſe fit ſi-tôt, on pourroit dans l'entre-deux des contreforts faire une Arcade, qui regnant ſur toute leur longueur, contribuëroit beaucoup à rendre le revêtement plus ſolide, ſans être obligé de lui donner tant d'épaiſſeur au ſommet, ſur-tout quand il s'agiroit d'une hauteur de Rempart conſidérable ; & ſon deſſein ſeroit, que faiſant ces Arcades en plein ceintre, la hauteur ſous la clef fut environ les deux tiers de toute la hauteur du revêtement ou des contreforts depuis la retraite juſqu'au cordon. L'avantage de cette conſtruction eſt que l'ennemi après avoir ruiné la chemiſe, ſeroit encore non-ſeulement dans la néceſſité de battre les contreforts, mais auſſi de détruire les Arcades qui ſeroient d'un grand obſtacle à l'éboulement des Terres & à l'avancement de la bréche ; de ſorte qu'à le bien prendre, il auroit deux revêtemens pour un à ruiner.

Je viens d'apprendre que M. *du Vivier*, Ingenieur en Chef de Charlemont, a propoſé depuis peu un nouveau ſiſtême de revêtement, dans lequel il employe quatre Arcades l'une ſur l'autre pour lier les contreforts ; & par-là le revêtement devient ſi ſolide, qu'il lui ſuffit de donner trois pieds d'épaiſſeur ſur la retraite comme au ſommet, parce qu'il eſt fait à plomb devant & derriere, ſans doute pour ne point expoſer le parement aux injures de l'air, qui eſt une précaution que j'approuverai toujours malgré tout ce que j'ai pû dire en faveur des taluds ; mais comme ce n'a été que dans l'eſprit d'une Théorie qui ne doit rien laiſſer échapper de tout ce qui mérite quelque attention, j'ai toujours entendu que quand il ſeroit queſtion d'élever des murs, on ne doit point ſe ſervir de mes remarques au préjudice des attentions qu'on doit avoir dans la pratique par rapport à la qualité des materiaux qu'on employe & aux autres circonſtances inſéparables de l'objet que l'on a en vuë : pour tout dire en un mot, quand on aura occaſion de donner beaucoup de talud à un mur ſans qu'il devienne contraire à ſa durée, on ne

doit point y manquer, parce qu'il faudra moins de Maçonnerie; mais ſi l'on s'apperçoit qu'il puiſſe devenir nuiſible dans la ſuite, il vaut mieux lui en donner moins & ne point s'embaraſſer ſi l'on employe plus de matériaux, il arrivera toujours que ſi l'on perd d'un côté l'on gagnera de l'autre.

Je prévois que bien des gens qui ne jugent des choſes que ſuperficiellement, & même ſouvent ſans les entendre, diront peut-être après avoir lû ce que je viens d'écrire, que j'aurois pû me diſpenſer de prendre tant de peine pour développer un ſujet ſur lequel on ſait à quoi s'en tenir depuis long-tems, puiſque je ne dois point ignorer que M. de Vauban a donné un Profil qui convient à toutes ſortes de Rempars. Je ne diſconviens pas que ce Profil ne ſoit bien imaginé; mais qu'il me ſoit permis de demander ſi l'on a quelque certitude de la juſteſſe de ſes dimenſions; car comme il n'eſt établi ſur aucun principe démontré, il pourroit bien n'être pas ſi juſte que l'on ſe l'eſt imaginé, ce n'eſt pas au reſte que je veuille en diminuer le mérite, je fais trop de cas de tout ce qui vient de ſon illuſtre Auteur, pour m'émanciper dans une cenſure qui me ſiéroit mal; mais comme le reſpect qu'on doit à la mémoire des grands hommes ne nous oblige point à recevoir aveuglement tout ce qui vient d'eux, je vais faire un paralelle du Profil général avec les regles que je viens d'établir.

51. *Paralelle du Profil general de M. de Vauban avec les regles des Chapitres précédens.*

M. de Vauban s'étant apperçû que les anciens Ingénieurs n'étoient point d'accord ſur les dimenſions qu'il falloit donner aux revêtemens de Maçonnerie, les uns les faiſant d'une épaiſſeur extraordinaire, & les autres leur donnant à peine celle qu'il falloit pour ſoûtenir le poids des Tertes, a établi un profil general accommodé à toutes ſortes de hauteurs de Rempars depuis dix pieds juſqu'à quatre-vingt, & quoiqu'il ſoit aſſez connu de ceux qui s'appliquent aux Fortifications, il m'a paru que je ne ferois pas mal d'en donner l'explication telle qu'on la tient de M. de Vauban lui-même; avant d'entrer dans aucun détail, afin qu'on puiſſe verifier mes obſervations, ſans être obligé d'aller chercher ce Profil ailleurs.

Explication qui eſt relative au profil de Mr de Vauban.

1°. Dans le Pays où la Maçonnerie eſt fort bonne, on peut fixer l'épaiſſeur au ſommet à quatre pieds & demi; mais dans les lieux où elle ne le ſera pas, il faudra l'augmenter juſqu'à cinq pieds ſix pouces, & même plus ſi elle eſt fort mauvaiſe.

FIG. 12. 2°. Que les contreforts aux angles saillans doivent être redoublés & brasés de part & d'autre par rapport aux lignes droites qui forment ces angles.

3°. Qu'ils seront toujours élevés à plomb à l'extrêmité & par les côtés & bien liés au corps de la muraille.

4°. Que les contreforts seront élevés aussi haut que le cordon, ils seroient encore meilleurs si on leur donnoit deux pieds de plus pour le soûtient du Parapet.

5°. Que dans les Ouvrages où le revêtement n'est élevé qu'à moitié ou aux trois quarts du Rempart, & le surplus en gasons en placage, il faudra regler son épaisseur comme s'il devoit être élevé en Maçonnerie jusqu'au sommet du Rempart : par exemple, si on élevoit quinze pieds en gason au-dessus du revêtement, il faudroit augmenter l'épaisseur au sommet de trois pieds, avec cinq qu'elle auroit déja pour en avoir huit à la naissance du gason.

6°. Qu'il faut augmenter la grandeur & la solidité des contreforts à proportion de l'élevation du revêtement : par exemple, si le revêtement a 35 pieds de haut, savoir 20 en revêtement & 15 en gazon, il faudra y faire les contreforts qui ont été réglés par le Profil de 35 pieds de haut, & que le revêtement ait la même épaisseur à 20 pieds de haut comme s'il en avoit 35.

7°. Que dans les endroits où on fera des Cavaliers comme à Maubeuge, il faudra augmenter le sommet du Profil d'un demi pied d'épais pour chaque cinq pieds que le Cavalier sera élevé au-dessus du revêtement, & la solidité des contreforts à proportion : ce qui doit s'entendre des gros revêtemens de la place, & non pas de ceux que l'on fait quelquefois aux Cavaliers, & seulement quand le pied du Cavalier aproche de trois à quatre toises du Parapet.

8°. Que les deux dernieres Colonnes de la Table portent en toises, pieds & pouces cubes, ce que chaque toise courante de tous ces différens Profils, en contient, réduction faite des contreforts.

9°. Que ces Profils ne sont proposés que pour la Maçonnerie qui doit soutenir des grands poids de Terre nouvellement remuée, & non pas celle qu'on endosse contre la terre vierge, qui ne l'a pas encore été, comme sont la plûpart des revêtemens de Fossés.

M. de Vauban rapporte à la suite de cette explication une Table composée de plusieurs Colomnes, où les dimensions de chaque Profil particulier qu'on voit contenues dans la figure, sont raportées & proportionnées à ce qu'il dit, au poids des Terres qu'ils auront à soûtenir, & pour en marquer la bonté, il ajoûte qu'on l'a experimentée sur plus de 50 000 toises cubes de Maçonnerie bâties à 150 Places fortifiées par les ordres de Louis le Grand.

TABLE

Pour expliquer les Dimenſions contenues au Profil général de M. de Vauban.

Hauteur des profils ou revêtemens.	Epaiſſeur des revêtemens au ſommet.	Epaiſſeur des revêtemens ſur la retraite.	Diſtance du milieu d'un contrefort à l'autre.	Diſtance du milieu d'un contrefort à l'autre.	Longueur des contreforts.	Epaiſſeur des contreforts à la racine.	Epaiſſeur des contreforts à la queuë.	Solidité de la Maçonnerie par toiſes courantes les contreforts étant de 18 pieds en 18 pieds.	Solidité de la Maçonnerie par toiſes courantes les contreforts étant de 15 pieds en 15 pieds.
pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pi. po.	pie. pou. li. poi.	pie. pou. lig. poi.
10.	5.	7.	18.	15.	4.	3.	2. 0	2. 0. 11. 1.	2. 1. 1. 4.
20.	5.	9.	18.	15.	6.	4.	2. 8	4. 5. 0. 5.	4. 5. 9. 4.
30.	5.	11.	18.	15.	8.	5.	3. 4	8. 3. 3. 1.	8. 5. 1. 4.
40.	5.	13.	18.	15.	10.	6.	4. 0	13. 2. 6. 2.	14. 0. 2. 8.
50.	5.	15.	18.	15.	12.	7.	4. 8	19. 3. 8. 10.	20. 4. 2. 8.
60.	5.	17.	18.	15.	14.	8.	5. 4	27. 1. 10. 2.	29. 6. 2. 8.
70.	5.	19.	18.	15.	16.	9.	6. 0	36. 3. 9. 4.	39. 3. 4. 0.
80.	5.	21.	18.	15.	18.	10.	6. 8	47. 4. 5. 4.	51. 2. 8. 0.

Tous les revêtemens depuis 10 pieds juſqu'à 80 ſont ſupoſés avoir pour talud la cinquiéme partie de la hauteur, comme on en peut juger par la figure génerale: quoique la plûpart des Ingenieurs trouvent ce talud trop grand, M. de Vauban l'a pourtant ſuivi dans toutes les Places qu'il a fait bâtir, & comme il y a apparence qu'il n'ignoroit pas les raiſons que l'on a aujourd'hui d'en donner moins, il faut croire qu'il ne les a jugé aſſez fortes pour y avoir égard.

Pour ne pas ſe méprendre dans l'uſage de cette Table, j'ajouterai au ſujet des contreforts, que M. de Vauban propoſe de les faire de 18 pieds en 18 pieds, comme on le voit dans la quatriéme colomne, ou bien de 15 pieds en 15 pieds comme il eſt marqué dans la cinquiéme; c'eſt-à-dire, que ſi l'on eſtimoit que le revêtement d'un des Profils dont on voudroit ſe ſervir, ne fut point aſſez ſolide pour ſoutenir le poids des Terres, au lieu de donner 18 pieds du milieu d'un contrefort à l'autre, on n'en donneroit que 15, aparamment que ſon deſſein a été qu'on en uſât ainſi, lorſque le revêtement

auroit à ſoûtenir quelque choſe de plus que le Rempart ordinaire, comme ſeroit par exemple un Cavalier ou quelque retranchement, puiſque dans les Fortifications de Landau, du neuf-Briſac, de Béfort &c. il les a mis à la diſtance de 18 pieds; mais d'une façon comme de l'autre, il donne toujours les mêmes dimenſions aux contreforts; c'eſt-à-dire, que ſoit qu'on les faſſe de 15 pieds en 15 pieds, ou de 18 en 18, ils ont la même longueur & la même épaiſſeur à la racine qu'à la queue, comme on le voit dans la Table.

Comme il entre plus de Maçonnerie dans les revêtemens, dont les contreforts ſont de 15 pieds en 15 pieds, que dans ceux où ils ſont de 18 en 18, il a donné les deux dernieres colomnes de la Table, dans la penultiéme on y trouve en toiſes, pieds & pouces cubes (comme il l'a dit dans le huitiéme article de ſon explication) la valeur d'une toiſe courante des revêtemens, y compris les contreforts réduits, lorſqu'ils ſont de 18 pieds en 18 pieds; & la derniere eſt auſſi la valeur d'une toiſe courante des mêmes revêtemens lorſqu'ils ne ſont que de 15 p. en 15 p. Mais on remarquera que cette valeur de la toiſe courante dans l'une & l'autre colomne, ne doit être comptée que pour la maçonnerie des revêtemens au-deſſus de la retraite, parce qu'il n'y eſt pas queſtion des fondemens à cauſe que la différence du terrain peut les rendre plus profonds dans un endroit que dans l'autre.

On remarquera encore que ſelon ce qui eſt rapporté dans la ſeptiéme & huitiéme colomne, auſſi-bien qu'au Profil général, tous les contreforts ſont plus épais à la racine qu'à la queue, & que cette épaiſſeur de la queuë eſt les deux tiers de celle de la racine, laquelle va toujours en augmentant d'un pied à meſure que la hauteur des revêtemens augmente de 10, & que la longueur des mêmes contreforts augmente de deux pieds en ſuivant encore la proportion des hauteurs.

Aux contreforts dont j'ai parlé dans l'art. 50. j'ai ſupoſé que la racine *GK* étoit double de la queuë *HI*, parce que voulant les diſ-
FIG 9. poſer dans un ſens contraire, comme au contrefort *CF*, pour les raiſons que j'en ai donné, il m'a paru qu'il valoit mieux faire la ligne *EF*, moitié de *CD*, que ſi elle en étoit les deux tiers, à cauſe que ſelon l'art. 50 plus la queuë des contreforts ſera au-deſſus de la racine, plus le revêtement aura de force, c'eſt pourquoi je n'ai point ſuivi la pratique de M. de Vauban.

Si l'on prend garde à la ſeconde colomne de la Table, l'on verra que les revêtemens, à quelque hauteur qu'on veuille les faire, doivent toujours avoir cinq pieds au ſommet, ainſi ils ne ſont aug-

montés en épaiſſeur que ſur la retraite, de la quantité dont la ligne de talud devient plus grande à meſure que l'élevation eſt plus conſidérable, ce qui ne rendroit pas ces revêtemens proportionnés à la pouſſée qu'ils ont à ſoutenir, ſi ce défaut n'étoit reparé en partie par l'augmentation qu'on doit faire aux contreforts, ſelon ce qui eſt dit dans le ſixiéme article de l'explication. Mais voilà le Profil general ſuffiſamment détaillé, paſſons au paralelle que je me ſuis propoſé.

Quand on eſt accoutumé d'agir ſelon les principes des Mathématiques, on ſe fait aiſément des difficultés: à moins que l'évidence ne regne dans tout ce que l'on nous donne pour juſte, l'eſprit n'eſt point ſatisfait, & ce qui paroît indubitable aux yeux de tout le monde, donne ſouvent des grands ſujets d'inquiétude aux Géométres; j'ai été long-tems dans cette diſpoſition à l'occaſion du Profil géneral de M. de Vauban, ce Profil me ſuis-je dit pluſieurs fois, doit être bon, puiſque l'on s'en eſt toujours ſervi avec ſuccès; cela vient-il de ce que les revêtemens qu'on y propoſe ſont en équilibre avec la pouſſée des Terres? Ou ſeroit-ce à cauſe qu'ils ſont tellement au-deſſus de cette pouſſée qu'il ne peut jamais leur arriver d'être renverſés? Si ç'en eſt là la raiſon, on employe peut-être ſans le ſavoir une grande quantité de Maçonnerie ſuperflue, ſi au contraire ils n'ont que les dimenſions qui leur conviennent pour être un peu au-deſſus de la pouſſée des Terres, on ne peut pas s'hazarder à élever ſur un Rempart, comme on le fait quelquefois, des Cavaliers, des retranchemens, ou quelque autre Ouvrage pour ſe couvrir contre les commandemens, parce que le revêtement ſe trouvant trop foible pour ſoûtenir cette nouvelle charge, pourroit culbuter dans le Foſſé, comme cela n'eſt pas ſans exemple. Ces réflexions me faiſoient ſentir qu'il falloit ſavoir calculer la pouſſée des Terres pour y proportionner les revêtemens quand on vouloit les conſtruire, ou bien pour ſavoir de quelle force ils étoient capables après qu'étant une fois conſtruits, on vouloit augmenter la charge. Or comme c'eſt-là ce que nous nous propoſons d'examiner ici, nous nous attacherons aux ſix premiers revêtemens du Profil géneral, parce qu'il y a apparence qu'il en ſera des autres qui les ſuivent comme de ceux-ci, & nous commencerons par chercher quelle eſt la puiſſance avec laquelle chacun d'eux doit être en équilibre, en leur ſupoſant les mêmes dimenſions qui leur répondent dans la Table.

Faiſant abſtraction de la petite muraille *CN*, à laquelle nous n'aurons point égard, parce qu'elle eſt toujours la même dans cha- FIG. 13.

que Profil, & que d'ailleurs elle n'eſt plus gueres d'uſage, nous nommerons l'épaiſſeur AC, ou BD, a; la hauteur CD, c; la ligne de talud DE, d; la longueur GB des contreforts h; la diſtance KE, du centre de gravité des contreforts au point d'appui, n; & le rapport de l'eſpace qu'occupe chaque contrefort à l'intervalle où ils ſont du milieu de l'un au milieu de l'autre, ſera exprimé par $\frac{p}{q}$.

Cela poſé, ſi l'on multiplie ch par $\frac{p}{q}$, l'on aura $\frac{pch}{q}$ pour la valeur des contreforts réduite, laquelle étant multipliée par le bras de levier EK, (n) il viendra $\frac{pchn}{q}$; multipliant de même le poids K, $(\frac{dc}{2})$ par ſon bras de levier ME, $(\frac{2d}{3})$ & le poids Q, (ac) par le ſien LE, ajoutant ces trois produits enſemble, l'on aura $\frac{pchn}{q} + \frac{2acd + aac}{2} + \frac{cdd}{3}$, pour la valeur des poids P, Q, R, réünis au point L, & multipliée par le bras de levier LE, ſelon l'art. 22. égale au produit du bras de levier AB, ou ES, par la puiſſance que l'on cherche, laquelle étant nommée x, donne, en effaçant c, $\frac{phn}{q} + \frac{2ad + aa}{2} + \frac{dd}{3} = x$, qui eſt une équation générale qui conviendra à tel Profil de revêtement que l'on voudra, puiſqu'il ne faudra avoir égard qu'à la valeur des lettres.

Voulant apliquer cette équation à un revêtement de 20 pieds de hauteur, on aura recours à la Table de M. de Vauban pour voir les meſures qui lui appartiennent, & l'on trouvera que $d = 4$, $a = 5$, $h = 6$, $n = 11$ pieds 9 pouces 6 lignes, comme l'épaiſſeur des contreforts eſt les deux tiers de celle de la racine, & que par conſéquent ces contreforts ont leur baſes trapezoides, remarquez que prenant le Profil GC, pour celui ſur lequel nous opérons préſentement, la ligne BG ſelon l'art. 10. doit être diviſée en trois parties égales, & celle du milieu HI, coupée de façon au point K, pour avoir le centre de gravité, que KI, ſoit à KH dans la raiſon de l'épaiſſeur de la queuë à celle de la racine, j'entends comme 2 eſt à 3, ainſi KI, ſera les $\frac{2}{5}$ de HI, ou IB, mais comme la ligne GB, vaut 6, HI, ou IB, ne vaudra que 2, à quoi ajoûtant les $\frac{2}{5}$ du même IB, l'on aura 2 pieds 9 pouces 6 lignes, pour la valeur de KB, qui étant jointe à BE, $(a + d)$ l'on aura 11 pieds,

9.

9 pouces 6 lignes pour la valeur de n; pour ſavoir auſſi ce que doit valoir $\frac{p}{q}$, conſiderés que p, doit marquer l'épaiſſeur de chaque contrefort, & q, l'intervalle de leur milieu, ajoûtant donc les dimenſions de la racine avec celles de la queuë, telles qu'on les trouve dans la Table, je veux dire 4 pieds, avec 2 pieds 8 pouces, l'on aura 6 pieds 8 pouces, dont la moitié qui eſt 3 pieds 4 pouces, ſera l'épaiſſeur moyenne des contreforts, par conſéquent la valeur de p; quant à celle de q, elle ſera toujours 18, parce que c'eſt la diſtance du milieu d'un contrefort à l'autre, ainſi $\frac{p}{q}$ ſera la même choſe que $\frac{40}{216}$, ou bien $\frac{5}{27}$, multipliant cette quantité par la valeur de nh, l'on trouvera 12 pieds 5 pouces pour $\frac{phn}{q}$, l'on trouvera auſſi que $\frac{2ad+aa}{2}$ vaut 32 pieds 6 pouces, & $\frac{dd}{3}$ 5 pieds 4 pouces.

Joignant donc tous ces nombres enſemble, il viendra 50 pieds 4 pouces 10 lignes pour la valeur de x; c'eſt-à-dire, pour la puiſſance avec laquelle le revêtement de 20 pieds du Profil géneral peut être en équilibre; c'eſt en faiſant les mêmes calculs avec toute la préciſion imaginable, que j'ai trouvé que le revêtement de 10 pieds de hauteur étoit en équilibre avec une puiſſance de 28 pieds 10 pouces; celui de 20, avec 50 pieds 4 pouces 10 lignes; celui de 30 avec 81 pieds un pouce; celui de 40, avec 123 pieds 10 pouces; celui de 50, avec 175 pieds 10 pouces; enfin celui de 60, avec 237 pieds 7 pouces.

Pour ſavoir preſentement le raport de la réſiſtance de chacun de ces revêtemens avec les puiſſances qui exprimeroient la pouſſée des Terres qu'ils ont à ſoutenir, il faut chercher la valeur de ces puiſſances pour 10, 20, 30, 40, 50, & 60 pieds de hauteur dans la troiſiéme colomne de la Table que nous avons donné art. 37. & l'on trouvera qu'elles ſont équivalentes à 15 pieds 7 pouces; 41 pieds 5 pouces; 75 pieds 4 pouces; 117 pieds 8 pouces; 170 pieds un pouce, & à 233, qui étant comparés avec la réſiſtance des revêtemens, l'on aura $\frac{15}{28}, \frac{41}{51}, \frac{75}{82}, \frac{117}{124}, \frac{170}{170}, \frac{233}{237}$, ou à peu-près $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{19}, \frac{1}{29}, \frac{1}{58}$ ce qui fait voir que le revêtement de 10 pieds ſelon le profil géneral eſt en état de ſoutenir une pouſſée double de celle qu'il ſoutient naturellement; que celui de

20, eſt au-deſſus de l'équilibre d'un quart de la réſiſtance qu'il lui faut; celui de 30, n'eſt au-deſſus de l'équilibre que d'un huitiéme; celui de 40, d'un dix-neuviéme; celui de 50, d'un vingt-uniéme; & celui de 60, d'un cinquante-huitiéme.

Comme les rapports précédens ont été trouvés par des regles inconteſtables, on ne peut donc douter que dans le profil général, la réſiſtance des revêtemens ne diminue à proportion qu'ils ont plus d'élévation, puiſque tandis que celui de 10 pieds eſt au-deſſus de l'équilibre de toute la pouſſée qu'il devroit ſoûtenir naturellement, celui de ſoixante n'a ſa réſiſtance que d'un cinquante-huitiéme au-deſſus de l'équilibre, qui étant une différence fort petite, on peut regarder ce revêtement comme en équilibre avec la pouſſée des Terres; ainſi dans ceux qui ſont plus élevés, il eſt à préſumer que ſuivant les propoſitions du profil général, la pouſſée deviendra au-deſſus de la réſiſtance: au lieu qu'il faudroit que le revêtement fut toujours capable de réſiſter avec une force plus grande que la pouſſée, afin de n'avoir rien à craindre des accidens qui peuvent arriver, ſoit de la part des grandes pluyes, qui au bout d'un certain tems peuvent augmenter conſidérablement le poids des terres, ſoit par les ébranlemens qui arrivent quelquefois par le bruit du Tonnerre, ou du Canon qu'on tire ſur les Rempars, qui pourroient produire des ſecouſſes capables de cauſer le renverſement de quelque face d'ouvrages. D'ailleurs quand même tous ces mouvemens ne ſurviendroient point, il y a encore une raiſon pour mettre les revêtemens beaucoup au-deſſus de la pouſſée; c'eſt qu'en tems de ſiege quand un ouvrage eſt battu en bréche, la violence du Canon ne peut manquer de cauſer un grand mouvement dans les parties de la maçonnerie & dans les terres, qui pourroit précipiter l'avancement de la bréche, parce que le revêtement ſe trouvant au-deſſous de la pouſſée, comme je le ſupoſe, il auroit plus de penchant à culbuter: on me dira peut-être que c'eſt vouloir examiner les choſes trop phyſiquement: mais dans un ſujet comme celui-ci, il faut avoir égard à tout.

On fera encore attention que ſi au lieu de donner cinq pieds d'épaiſſeur au ſommet, on n'en donnoit que quatre & demi dans les endroits où la maçonnerie ſeroit fort bonne, comme il eſt dit dans le premier article de l'explication de M. de Vauban, ce ſeroit alors qu'on auroit tout à craindre du peu de réſiſtance des revêtemens de 40, 50, 60 & 70 pieds de hauteur, puiſqu'elle ſe trouveroit au-deſſous de la pouſſée des terres; car comme je l'ai dit, article 13, la liaiſon doit être ſupoſée ici la meilleure qu'il eſt poſ-

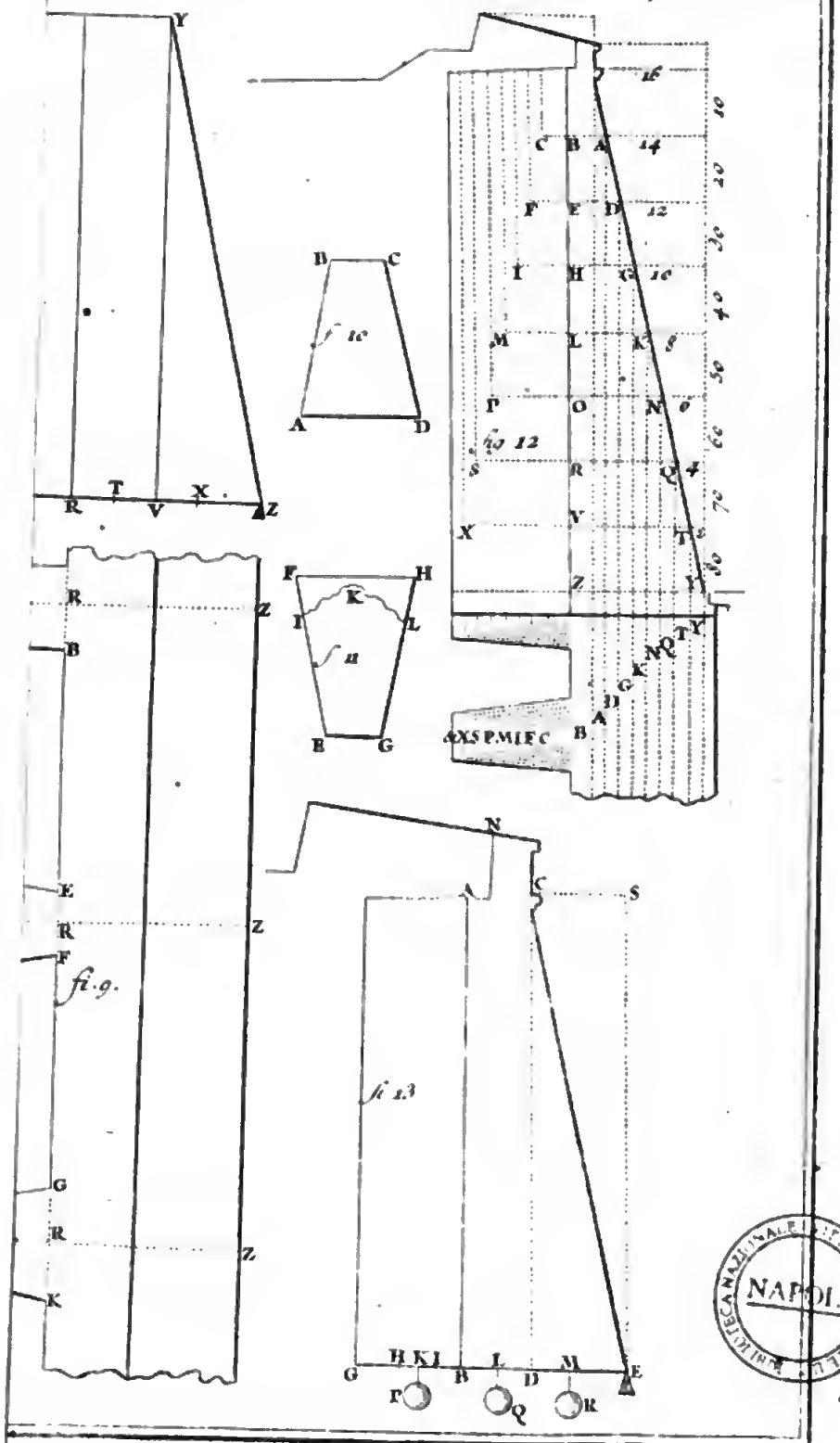
ſible, & on ne doit avoir égard qu'au poids & à la hauteur du bras de levier qui répond à la baſe du mur, ce qui feroit croire que M. de Vauban n'a pas eu cette conſidération.

Malgré ce que je viens de dire, je ne regarde pas le Profil général aſſez defectueux pour ne pouvoir pas s'en ſervir; l'experience qui prouve le contraire, ne ſeroit pas de mon côté; je voudrois ſeulement qu'on ne donnât pas tant d'épaiſſeur au ſommet des petits revêtemens, & que pour plus de ſureté on en donnât davantage à celui des plus élevés; car je ne vois pas la néceſſité de donner cinq pieds au ſommet de celui qui n'en auroit que dix en hauteur, comme s'il en avoit quatre-vingt, puiſque ſi l'on y fait attention, c'eſt juſtement delà que vient le défaut du Profil général; car comme il faut que les proportions de toutes les parties de chaque revêtement, augmentent ou diminuent dans la même raiſon, ſelon que l'élevation eſt plus grande ou plus petite, afin que la réſiſtance ſoit toujours proportionnée à la pouſſée, il n'y a point de doute que ſi une des dimenſions du Profil demeure conſ- FIG 12. tante comme eſt ici celle du ſommet, la pouſſée des terres ne ſoit au-deſſous de la réſiſtance des petits revêtemens, & ne devienne au-deſſus de celle des plus grands; il faut donc que le bras de leviet FIG. 18. *LE*, augmente dans la raiſon de la hauteur *AB*, pour que la proportion ne ſoit point interrompuë, au lieu qu'elle ne peut manquer de l'être, tant que les lignes *BD*, *AC*, demeureront toujours de cinq pieds, & que les trois autres *AB*, *BG*, *DE*, augmenteront ou diminueront.

Or pour ſavoir de combien il faudroit augmenter l'épaiſſeur du ſommet des grands revêtemens, & diminuer celle des petits pour les bien proportionner à la pouſſée des terres & rendre régulier le Profil géneral, nous prendrons pour exemple celui de la figure 13. & nous nommerons *GB*, *h*; *KB*, *g*; *BD*, *y*; l'on aura $g+y+d$, & $\frac{pch}{q}$ ſera la valeur des contreforts réünie autour du centre de gravité *CK*, qui étant multipliée par le bras de levier *KE*, donnera $\frac{pchg+pchy+pchd}{q}$ pour le produit. De même ſi l'on multiplie le poids Q (yc) par LE, $(\frac{y}{2}+d)$ & le poids R $(\frac{dc}{2})$ par ME $(\frac{2d}{3})$, joignant ces trois produits enſemble, la ſomme ſera égale au produit de la puiſſance *hf*, par ſon bras de levier; ce qui donne, en effaçant c de part & d'autre $\frac{phg+phy+phd}{q}+\frac{yy}{2}+yd+\frac{dd}{3}$

$= bf$. Or ſi l'on ſupoſe $n = \frac{ph}{q} + d$, l'on aura $ny = \frac{phy}{q} + dy$, & mettant ny, à la place de ſa valeur dans l'équation précédente, l'on aura $\frac{phg + phd}{q} + \frac{dd}{3} + \frac{yy}{2} + ny = bf$, d'où faiſant paſſer du premier membre dans le ſecond les termes, où y ne ſe trouve point, & multipliant le tout par 2, il vient $yy + 2ny = 2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2phg - 2phd}{q}$, ou $yy + 2ny + nn = 2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2phg - 2phd}{q} + nn$, en ajoutant nn de part & d'autre qui donne $y = \sqrt{2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2phg - 2phd}{q}} + nn - n$, qui eſt une équation qui conviendra à tel revêtement que l'on voudra du Profil géneral, puiſqu'il n'y aura que la valeur des lettres qui en fera la différence.

Nous ſervant de cette équation pour ſavoir qu'elle épaiſſeur il faut donner au ſommet d'un revêtement de 40 pieds de hauteur, tiré du Profil général, afin que ce revêtement ſoit au-deſſus de la pouſſée des terres, de telle quantité que l'on voudra, par exemple d'un ſixiéme de la même pouſſée, qui doit ſuffire comme j'en ferai voir la raiſon dans la ſuite ; il faut chercher dans la troiſiéme colonne des puiſſances, quelle eſt la valeur de celle qui exprime la pouſſée des terres du Parapet & du Rempart de 40 pieds, l'on trouvera qu'elle eſt de 117 pieds 8 pouces, dont il faut prendre le ſixiéme qui eſt 19 pieds 7 pouces 4 lignes, qui étant ajoutés avec la valeur de la puiſſance même, l'on aura 137 pieds 3 pouces 4 lignes pour la valeur de bf, qui étant multipliée par 2, afin de ſuivre ce qui eſt marqué dans l'équation, il vient 274 pieds 6 pouces 8 lignes pour $2bf$; & pour avoir de ſuite la valeur des quantités poſitives, remarquez que les contreforts pour 40 pieds dans la Table du Profil géneral, ont ſix pieds de racine & quatre de queue, & que par conſéquent l'épaiſſeur moyenne eſt cinq, qui eſt la valeur de P, comme la diſtance du milieu d'un contrefort à l'autre eſt toujours 18 pieds ; l'on aura donc dans ce cas-là $\frac{P}{q} = \frac{5}{18}$: & comme nous avons $n = \frac{ph}{q} + d$, n vaudra donc 10 pieds 9 pouces 4 lignes, dont le quarré eſt 116 pieds un pouce 11 lignes, qui étant ajoutés avec la valeur de $2bf$, donnent 390 pieds 8 pouces 7 lignes pour les deux grandeurs poſitives $2bf + nn$; & cherchant la valeur des né-



BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI

gatives $-\frac{2dd}{3}-\frac{2phg-2phd}{9}$, on trouvera que leur ſomme eſt 113 pieds 4 lignes, qui étant retranchée du nombre précédent, la différence eſt 277 pieds 8 pouces 3 lignes, dont la racine quarrée eſt 16 pieds 8 pouces 9 lignes, d'où il faut retrancher la valeur de *n*, c'eſt-à-dire, 10 pieds 9 pouces 4 lignes, il reſtera 5 pieds 11 pouces 5 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet du revêtement de 40 pieds du Profil general, pour que ſa réſiſtance ſoit au-deſſus de la pouſſée des terres de la ſixiéme partie de la force de cette pouſſée.

C'eſt en faiſant les mêmes opérations relativement à la valeur des termes de la formule generale, qu'on trouvera que l'épaiſſeur au ſommet pour le revêtement de dix pieds, doit être de 3 pieds 5 pouces 4 lignes ; pour celui de 20, de 4 pieds 8 pouces 9 lignes ; pour celui de 30, de 5 pieds 5 pouces 9 lignes ; pour 50, de 6 pieds 2 pouces 10 lignes ; & pour celui de 60, 6 pieds 8 pouces 10 lignes.

Convaincu, comme je viens de le prouver, que la plûpart des revêtemens du Profil general, n'étoient pas capables de toute la réſiſtance qui paroît leur être néceſſaire pour ſoûtenir la pouſſée des terres & tous les ébranlemens qui peuvent ſurvenir, on ſera ſans doute ſurpris que tous ceux que l'on a conſtruit ſe ſoutiennent en bon état depuis long-tems, ſans qu'il leur ſoit arrivé aucun accident ; ce qui ſemble détruire mes raiſonnemens tout démontrés qu'ils ſoient. Cependant l'on verra que cela ne peut gueres arriver autrement, ſi l'on fait attention que trois raiſons en ſont la cauſe ; la premiere c'eſt que les revêtemens que l'on fait d'ordinaire aux Fortifications paſſent rarement 35 à 40 pieds, & qu'à cette hauteur la réſiſtance ne laiſſe pas d'être encore beaucoup au-deſſus de la pouſſée, comme nous le venons de voir ; la ſeconde que les terres n'ont jamais toute la pouſſée dont elles ſont capables, parce que quand on éleve les Rempars, on les entretient avec des lits de faſcinage, qui font qu'elles ſe ſoutiennent preſque d'elles-mêmes ; la troiſiéme, c'eſt que le pied du revêtement eſt bien lié avec les fondemens, leſquels étant enterrés ne peuvent pas facilement incliner du côté du Foſſé, quand même la réſiſtance du revêtement ſeroit au-deſſous de l'équilibre : joignons à cela que le ſommet des contreforts étant couvert par cinq ou ſix pieds de terres qui compoſent le Parapet, ces terres ſont l'effet d'une puiſſance qui contrebalance en partie l'effort de pluſieurs autres puiſſances qui agiroient pour renverſer le revêtement ; c'eſt pourquoi j'ai dit ci-devant qu'il ſuf-

ſiroit de rendre les revêtemens capables de ſoûtenir une pouſſée qui ne fut que de la ſixiéme partie au-deſſus de celle que cauſent naturellement les terres qui ſont élevées derriere ; car enfin les terres du Parapet agiront d'autant plus puiſſamment ſur les contreforts pour les retenir, que ces contreforts ſeront plus longs ; ainſi plus les revêtemens ſeront élevés, & plus dans ce ſens, ils trouveront d'obſtacles à incliner ; il n'y a que dans le cas où les terres du Parapet ſeroient éboulées quand on bat en bréche, où il y auroit quelque choſe à craindre, parce que le deſſus des contreforts n'étant plus retenu, le revêtement pourroit culbuter ſi la réſiſtance étoit au-deſſous de l'équilibre : quand je dis que cela pourroit arriver ici, ſi les terres du Parapet ceſſoient d'appuyer ſur les contreforts, je veux parler des revétemens qui ſont fort enterrés & dont l'aſſiegeant eſt un tems à ne battre que le ſommet des ouvrages, ſans pouvoir découvrir le reſte, ainſi on aura toujours ſujet de rendre les revêtemens plus forts que foibles.

Comme on s'eſt toujours bien trouvé des revêtemens de 30 à 35 pieds de hauteur, en ne leur donnant que cinq pieds d'épaiſſeur au ſommet, il ſemble que ce que l'on peut faire de mieux pour ſe ſervir en toute ſûreté du Profil general, ſans être obligé de faire tous les calculs que je viens de rapporter, c'eſt de donner quatre pieds d'épaiſſeur au ſommet du revêtement de dix pieds, quatre & demi à celui de vingt, cinq à celui de trente, cinq & demi à celui de quarante, & ainſi des autres dont on augmentera toujours l'épaiſſeur de ſix pouces, à meſure que la hauteur augmentera de dix pieds ; & à l'égard des autres dimenſions on les déterminera comme elles ſont marquées dans la Table du Profil general, pour lors tout ſera bien proportionné & preſque d'accord avec ce que peuvent fournir les regles les plus exactes : il eſt vrai que l'épaiſſeur du ſommet du revêtement de dix pieds ſera un peu plus grande qu'elle ne devroit être ; mais ce revêtement en ſoûtiendra plus long-tems l'effet du Canon.

Tout ce que je viens de dire ſert non-ſeulement à faire voir ce que l'on peut penſer pour & contre le Profil general ; mais encore à mettre les gens du métier en état d'examiner les choſes avec préciſion, & par des voyes qui menent à la vérité, & dont les principes peuvent ſervir à quantités d'autres ſujets qui auroient raport à celui-ci : ainſi quand même on reſteroit dans l'opinion de ſe ſervir du Profil general tel qu'il eſt ſans y faire aucun changement, cette diſſertation n'en ſeroit pas moins utile ; c'eſt pourquoi il n'y a point d'aparence qu'on ſoit en droit de me reprocher d'écrire des cho-

ſes ſuperfluës, puiſque les Mathématiques ont toujours cela d'heureux, que s'il leur arrive quelquefois d'être apliquées à des ſujets qui paroiſſent de petite conſéquence, elles s'y rendent au moins néceſſaires par le tour qu'on leur a fait prendre, & c'eſt cette eſpece de ſagacité que je cherche ſur toutes choſes à inſinuer à ceux qui veulent s'inſtruire ſérieuſement, & ſe mettre en état de juger avec des vues claires & diſtinctes de tout ce qui ſe préſente.

J'ai penſé pluſieurs fois en écrivant ce premier Livre que des perſonnes qui n'ont qu'une médiocre connoiſſance de l'Algebre, ſeroient peut-être embarraſſées de ſçavoir pourquoi après avoir fait paſſer tous les termes où ſe trouve l'inconnu dans le même membre, il falloit ajouter de part & d'autre le quarré de la moitié du coëfficient du ſecond terme, pour faire de ce membre un quatré parfait; & qu'un petit éclairciſſement ſur ce ſujet pouvant leur faire plaiſir, la remarque ſuivante ne ſeroit point inutile pour l'intelligence des articles 22, 25, 26, &c.

52. *Remarque ſur la réſolution des Problêmes du deuxiéme dégré.*

Si l'on a deux grandeurs liées enſemble par le ſigne + ou — comme $y \pm a$, je dis que le quarré de ces deux grandeurs ſera égal au quarré de la premiere, plus au quarré de la ſeconde, plus ou moins le produit de la premiere par le double de la ſeconde; ce qui eſt bien évident, puiſqu'il vient $yy \pm 2ay + aa$, qui renferme les quarrés de y & de a, & le produit de y & de $2a$.

De même ſi la ſeconde des deux grandeurs étoit multipliée ou diviſée comme dans cet exemple, $y + 2a$, $y + \frac{3a}{2}$, $y + \frac{5a}{2}$, $y - \frac{ab}{c}$, le quarré donnera toujours $yy + 4ay + 4aa$, $yy + 3ay + \frac{9aa}{4}$, $yy + 5ay + \frac{25aa}{4}$, $yy - \frac{2abv}{c} + \frac{aabb}{cc}$, où l'on trouve encore le quarré de la premiere & de la ſeconde grandeur, & le produit de la premiere par le double de la ſeconde; car multipliant $2a$, $\frac{3a}{2}$, $\frac{5a}{2}$, $\frac{ab}{c}$, par deux, il vient $4a$, $3a$, $5a$, $\frac{2ab}{c}$, dont le produit par la premiere grandeur y, donne $4ay$, $3ay$, $5ay$, $\frac{2ab}{c}$.

Puiſque les coëfficiens ſont doubles des racines du ſecond quarré, on peut conclure que toutes les fois que l'on aura le quarré d'un inconnu plus ou moins, cet inconnu multiplié par un coëfficient

quelconque, on pourra regarder ce coëfficient comme le double de la racine du quarré, qui manque, pour que l'inconnu ſe trouve compris dans un quarré parfait, & qu'ainſi *on aura toujours la racine de ce quarré, en prenant la moitié du coëfficient du ſecond terme.*

Quand il arrive que le coëfficient ſe trouve compoſé de pluſieurs termes, il faut les ſupoſer n'en valoir tous enſemble qu'un ſeul; par exemple, ſi l'on avoit $yy + \frac{2ay}{3} - \frac{3bdy}{5c} + 2dy + \frac{bby}{d}$, on ſupoſera $\frac{2a}{3} - \frac{bd}{5c} + 2d + \frac{bb}{d} = n$; & comme en multipliant cette équation par y, l'on a $\frac{2ay}{3} - \frac{3bdy}{5c} + 2dy + \frac{bby}{d} = ny$; on pourra mettre ny, à la place de ſa valeur; & au lieu de ce qui précede on aura $yy + ny$ qu'on pourra changer en quarré, en y ajoutant le quarré de la moitié du coëfficient, c'eſt-à-dire le quarré de $\frac{n}{2}$, afin d'avoir $yy + ny + \frac{nn}{4}$; & pour éviter les fractions, on peut encore ſupoſer le coëfficient complexe égal à $2n$, plutôt qu'à n ſeul, parce qu'alors ayant $2ny$, au lieu de ny, le quarré ſera $yy + 2ny + nn$.

Fin du premier Livre.

LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE SECOND.

Qui traite de la mécanique des Voûtes, pour montrer la maniere de déterminer l'épaiſſeur de leurs Piés-droits.

SI l'on a bien conçu ce que je viens d'enſeigner dans le Livre précédent, l'on conviendra ſans doute qu'il y a une méthode de conſiderer les Sujets qui ſe raportent à l'Architecture, par laquelle on eſt ſûr de ne pas donner dans le faux, dès qu'on ſaura ſe ſervir heureuſement des connoiſſances acquiſes par l'étude des Mathématiques ; les principes qu'elles nous préſentent ſont d'une ſi grande fécondité, qu'il n'y a rien à quoi ils ne ſoient aplicables, principalement ceux de la mécanique. C'eſt vainement qu'on voudra nous perſuader que la pratique abandonnée à elle-même, peut arriver au point de perfection ; l'expérience prouve ſouvent

le contraire, & j'en vais faire voir un exemple au ſujet des Voûtes, qui viendra fort à propos, pour faire ſentir combien il eſt de conſequence de ne pas ſuivre ſans examen les principes qui ne ſont autoriſés que par l'uſage ; mais avant cela il faut que j'inſinue de quelle maniere ſe fait la pouſſée des Voûtes, afin d'examiner ſi le ſentiment qu'on en doit avoir peut s'accorder avec les productions de la pratique.

Comme je ſerai obligé d'employer encore l'Algebre en parlant des Voûtes, bien des gens qui ne l'entendent point ſe mettront peut-être de mauvaiſe humeur de ce que non content d'en avoir rempli tout le premier livre, je m'en ſers encore dans le ſecond ; mais je les prie de m'excuſer & de lire celui-ci tout de ſuite, afin de profiter des endroits qui ſont faciles à entendre, tels que les aplications & la plus grande partie des remarques : en récompenſe dans le deſſein de leur faire ma cour, ils trouveront dans le quatriéme chapitre des méthodes générales, pour avoir l'épaiſſeur des Piés-droits de toute ſorte de Voûtes par le ſeul calcul des nombres, ſans le mélange d'aucun caractere Algebrique, moyennant cette condition j'eſpere que nous vivrons bien enſemble.

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on enſeigne comme ſe fait la pouſſée des Voûtes.

PLANCH. 4. FIG. 1. SI l'on conſidere la Voûte *YAZ*, formée par une quantité de *Vouſſoirs* égaux, l'on ſait que ces Vouſſoirs quand il s'agit d'une Voûte en plein-ceintre, ont été taillés de maniere que leurs joints prolongés viennent ſe rencontrer au centre du demi-cercle ; ainſi ces Vouſſoirs étant plus larges à la tête qu'en bas, doivent être regardés comme des *coins* qui s'apuyent & ſe ſoutiennent les uns les autres, & réſiſtent mutuellement à l'effort de leur peſanteur qui les porte à tomber : car nous ſuppoſons ici (pour mieux apercevoir l'effet des Vouſſoirs) qu'ils ne ſont entretenus par aucun ciment, & ont la liberté de gliſſer comme ſi leurs faces étoient polies, nous ſupoſerons encore que les points *O*, *A*, *D*, *F*, &c. marquent les centres de *gravité* des Vouſſoirs, & qu'en commençant par la clef, on a tiré par les points *A*, & *O*, une ligne *AV* perpendiculaire ſur la face *C* ; que par les points *A* & *D*, on en a tiré une autre *AP*, ſur la face *B* ; par les points *D* & *F*, on en a tiré une autre *DQ*, ſur la face *E* ; & qu'on a continué de même afin d'en

avoir autant que de Vouſſoirs : cela poſé, conſidérez que la *clef* étant ſoûtenue par les deux Vouſſoirs voiſins, comme par des plans inclinés, elle fait le même effet qu'un *coin*, qui étant chaſſé dans un corps, tend à le partager en deux par un effort qui ſe fait ſelon des directions *AB*, & *AC*, perpendiculaires aux deux plans inclinés *BI*, & *CI*; car l'on peut prendre ici la peſanteur du coin pour la puiſſance qui le chaſſe; *ainſi les deux puiſſances qui ſoutiendront les faces *BI*, & *CI*, en équilibre contre la force du coin, agiront ſuivant des lignes de direction *AP*, & *AV*, perpendiculaires aux mêmes faces, & comme ces directions viennent ſe rencontrer au centre de gravité *A*, où l'on peut ſupoſer que la peſanteur du coin eſt réünie, on peut donc dire que ces puiſſances auront beſoin d'autant plus de force que les angles *PAI*, & *VAI*, ſeront plus ouverts, ou ce qui revient au même, que les faces *BI*, & *CI*, ſeront moins inclinés par rapport à la verticale *AI*; car ſi elle l'étoit infiniment peu, c'eſt-à-dire, preſque perpendiculaire à l'horiſon, les directions des puiſſances *P* & *V*, ſe trouvant directement opoſées, il leur faudroit une force extrême pour pouvoir ſoutenir le point péſant *A*, équivalent au Vouſſoir, au lieu que plus les angles qu'elles formeront avec la verticale *AI*, ſeront aigus, & moins elles auront beſoin de force; puiſqu'alors leurs directions n'étant plus ſi opoſées entr'elles, elles le ſeront davantage à la peſanteur du poids. *V. le C. art. 810.

Ce que nous venons de voir au ſujet de la clef, pourra auſſi ſe dire des Vouſſoirs *D* & *O*; car le Vouſſoir *D*, par exemple ayant auſſi la figure d'un *coin*, il agira pour écarter les deux faces voiſines; mais non pas ſi puiſſamment ſur la face *E*, que la clef *A*, fait ſur la face *B*, à cauſe que le plan *EI*, étant plus incliné que le Plan *BI*, par rapport à la verticale *AI*, l'angle *QDK*, formé par la ligne de direction *DK*, & la ligne de direction *DQ*, de la puiſſance qui ſeroit en équilibre avec l'effort que fait le Vouſſoir *D*, ſur la face *E*, eſt plus aigu que l'angle *PAI*; de même le Vouſſoir *F*, ſera encore moins d'effort contre la face *G*, que le précédent n'en fait contre la face *E*, parce que l'angle *RFL*, eſt encore plus aigu que l'angle *QDK*. Or comme toutes les puiſſances qui ſoutiendroient les Vouſſoirs depuis la clef juſqu'aux piés-droits agiront toujours ſelon des directions qui feront des angles plus aigus avec les lignes tirées du centre de gravité des Vouſſoirs, leur force ira donc toujours en diminuant; & comme ces puiſſances ont été ſupoſées équivalentes aux efforts que font les Vouſſoirs, il s'enſuit que ceux-ci pouſſent avec une force qui va toujours en diminuant depuis la clef juſqu'aux piés-droits.

Cependant comme le Vouſſoir *D*, agit en même-tems ſur les deux faces *E*, & *B*, on voit qu'il ne peut s'appuyer contre la face *B*, ſans s'oppoſer en partie à l'effort que fait la clef contre cette même face, & que par conſéquent il doit arriver une deſtruction de forces entre la clef & le Vouſſoir *D*, de même les deux vouſſoirs *F* & *D*, agiſſants auſſi dans un ſens opoſé eu égard à la face *E*, il y aura encore une deſtruction de forces entre ces deux vouſſoirs, ainſi des autres ſuivans pris d'eux deux. Il eſt bien vral que comme la clef pouſſe avec plus de force contre la face *B*, que le vouſſoir *D*, n'en a pour la repouſſer, la deſtruction de forces ne ſera point entiere, il en reſtera toujours à la clef une certaine quantité, mais qui ne ſera pas ſi grande qu'elle eut été ſi le vouſſoir *D*, ne faiſoit aucun effet ſur la face *B*: de même quoique le vouſſoir *D*, ſoit repouſſé par l'autre *F*, il reſtera encore à ce premier une certaine quantité de force; ainſi en général on peut dire qu'un vouſſoir qui eſt au-deſſus d'un autre, a plus de force pour pouſſer l'inferieur, que celui-ci n'en a pour le repouſſer, & comme les vouſſoirs depuis la clef juſqu'à la naiſſance de la voûte, vont toujours en exerçant une moindre partie de leur peſanteur, ſur ceux qui ſont immédiatement deſſous l'effort que chaque vouſſoir fait pour repouſſer; celui qui eſt ſupérieur va toujours en diminuant à meſure que les plans *EI*, & *GI*, ſont moins inclinés à l'horiſon, parce qu'alors ces Plans portent une plus grande partie du poids, par conſéquent celle qui tend à gliſſer fait moins d'effet contre la puiſſance qui voudroit lui réſiſter, tellement qu'on peut dire que l'effort que tous les vouſſoirs font de bas en haut, va toujours en diminuant en venant de la clef vers les piés-droits dans la même raiſon que l'effort qui ſe fait du haut en bas.

Comme le réſultat de l'effort que les vouſſoirs font à droit & à gauche de la clef tendra à écarter ce qui leur peut réſiſter, c'eſt-à-dire les piés-droits, c'eſt l'effort total de tous ces vouſſoirs qu'on apelle *pouſſée*, qui n'agit pourtant pas tout-à-fait comme je viens de l'inſinuer, puiſqu'il ne paroît pas poſſible que tous les vouſſoirs qui compoſent une Voute puiſſent ſe ſoûtenir d'eux-mêmes ſans être entretenus par du *Ciment* ou *Mortier*, car les vouſſoirs ſuperieurs ayant plus de force pour pouſſer les inferieurs, que ceux-ci n'en ont pour les repouſſer, il eſt conſtant que ceux qui auront moins de force ſeront contraints de s'élever: ce qui laiſſant la liberté de tomber à ceux qui ſont au-deſſus, tout l'arrangement des vouſſoirs ſe détruiroit, & par conſéquent la Voute même; & ce n'eſt que dans le cas où tous les vouſſoirs auroient une pouſſée égale qu'ils ſe main-

Digitized by Google

tiendroient en équilibre ſans le ſecours d'aucune matiere qui les entretienne; mais pour cela il faudroit augmenter leur peſanteur, en venant de la clef vers les piés-droits, afin que chacun puiſſe par ſon poids réſiſter d'autant plus, que le Plan, ſur lequel il eſt apuyé eſt moins incliné par raport à celui qui eſt au-deſſus : or puiſqu'une Voûte telle que celle qui eſt repréſentée dans la figure ne pourroit ſe ſoûtenir ſans ciment, ce n'eſt donc pas les efforts effectifs des vouſſoirs qu'il faut conſidérer, mais ſeulement la tendance qu'ils ont à agir.

Comme il doit y avoir ſur la baſe de chaque pié-droit un point où vient aboutir l'effort qui ſe fait à droit & à gauche, on remarquera que ces points répondent néceſſairement aux angles *S* & *X*, qu'on doit regarder comme des *points d'apuy* qui apartiennent à des *léviers*, qui à la vérité ne ſont point ſenſibles aux yeux, mais qui pour cela n'en ont pas moins de réalité, comme on en va juger.

Si la pouſſée d'une Voûte n'étoit point partagée le long de chaque quart de cercle *AY* & *AZ*; mais qu'elle fut toute réunie à deux points, comme *Y* & *Z*, il eſt conſtant qu'on auroit de chaque côté *un lévier recourbé YSH*, & *ZXM*, dont les *puiſſances* ſeroient apliquées aux extrêmités *Y* & *Z*, des bras *SY* & *ZX*, & les poids qui ſont équivalens à la réſiſtance des piés-droits aux extrêmités *H* & *M*, des bras *SH* & *XM*; mais comme il y a autant de puiſſances que de vouſſoirs, ſi l'on en excepte les deux *Y* & *Z*, qui n'ont point de pouſſée, il faut donc que chaque puiſſance ait ſon lévier particulier, ou que ce lévier ſoit exprimé par une ligne qui puiſſe être admiſe en ſa place : Or comme ces lignes ne peuvent être que les perpendiculaires *SP*, *SQ*, *SR*, &c. tirées du point d'apui *S*, ſur les directions des puiſſances qui ſoutiendroient les vouſſoirs, l'on voit clairement à quoi doit ſe réduire tout le mécaniſme qui régne ici, de ſorte que pour proportionner l'épaiſſeur des piés-droits, à la pouſſée d'une Voûte, il faut ſavoir trouver l'effort que fait chaque vouſſoir par raport à ſa peſanteur abſoluë & les perpendiculaires *SP*, *SQ*, *SR*, &c.

On peut tirer pluſieurs conſéquences de ce que nous venons de dire, la premiere, que dans une Voûte où l'on ſupoſeroit (comme on l'a fait ici) que les vouſſoirs ne ſont entretenus par aucun ciment, plus leur tête ſera petite, & plus la Voûte aura de pouſſée; car ces vouſſoirs étant regardés comme des coins, ils auront d'autant plus de force, que leur face prolongée fera un angle plus aigu : d'ailleurs les perpendiculaires *SP*, *SQ*, *SR*, &c. qui répondent aux puiſſances qui ſoûtiennent les premiers vouſſoirs, devenant plus grande à meſure que les faces de ces vouſſoirs ſeront moins incli-

nées à la verticale *AI*, la longueur des bras des leviers se trouvera augmentée : ce qui donnera plus d'avantage à la pouſſée des vouſſoirs.

La ſeconde, c'eſt que plus la Voûte aura d'épaiſſeur, & plus la pouſſée ſera grande, puiſque les vouſſoirs devenant plus longs & par conſéquent plus peſans, ils agiront plus puiſſamment.

La troiſiéme, que plus les piés-droits qui ſoûtiennent une Voûte, ſeront élevés & plus il leur faudra d'épaiſſeur pour ſoûtenir la pouſſée ; car comme on ne peut augmenter la hauteur des piés-droits ſans que les perpendiculaires *SP*, *SQ*, &c. ne deviennent auſſi plus grandes, il s'enſuit que les bras de leviers qui répondent aux puiſſances, ou ſi l'on veut à l'effort de chaque vouſſoir, ſe trouvant augmentés, ils auront tous enſemble plus de force pour renverſer les piés-droits.

Quoique ce que je viens de dire ſoit bien naturel, c'eſt pourtant à quoi les Architectes qui ont parlé des Voûtes n'ont fait aucune attention ; & afin qu'on puiſſe en juger, voici comme parle M. Blondel dans ſon cours d'Architecture, qui eſt le premier qui m'eſt tombé ſous la main. Il faut (*dit-il*), donner des épaiſſeurs aux piés-droits qui ſoûtiennent des Voûtes ſelon la différence des pouſſées, & c'eſt ce qui ſe fait par une regle de pratique en cette maniere. FIG. 5. 6. & 9.

» Partagez l'arc en trois parties égales, & menant une des cordes par le point de l'impoſte, pris en-dehors ſur la même, » continuez une ligne qui lui ſoit égale, la droite menée à plomb » par l'extrêmité de cette ligne déterminera l'épaiſſeur du pié-» droit ; comme ſi diviſant l'arc *ACDB*, en trois parties égales aux » points *CD*, je mene la corde *DB*, paſſant par le point de l'im-» poſte en *B*, je n'ai qu'à prendre en-dehors ſur la même droite » continuée, la partie *BE*, égale à *BD*, & menant les deux perpen-» diculaires *EG* & *BF*, elles détermineront l'épaiſſeur du pié-droit » *BGEF*, qui ſera proportionnée à la pouſſée de l'arc *ACDB*.

L'on voit que dans cette regle il n'eſt fait aucune mention de l'épaiſſeur de la Voûte, ni de la hauteur des piés-droits, qui ſont pourtant deux circonſtances auſquelles il faut avoir égard abſolument pour les raiſons que j'en ai données plus haut.

PRINCIPE TIRE' DE LA MECANIQUE.

FIG. 2. 2. Il eſt démontré dans la mécanique que trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, qui tirent ou pouſſent autour d'un point *A*, ſelon des directions *AP*, *AQ*, *AR*, ſeront en équilibres entr'elles, ſi après avoir fait

le paralellograme *ABCD*, la puiſſance *P*, eſt exprimée par le côté *AB*, la puiſſance *Q*, par le côté *AD*, & la puiſſance *R*, par la diagonale *CA*: ou ce qui revient au même, ſi chaque puiſſance eſt exprimée par un des côtés du triangle *ABC*, parce qu'à la place de *AD*, l'on pourra prendre *BC*, qui lui eſt égal; * ſupoſanr donc qu'on ſoit bien prévenu de cette verité, voici une propoſition fondamentale qu'on en peut tirer.

*V. le C. art. 767.

Ayant trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, qui tirent ou pouſſent toutes trois enſemble autour du point *A*, je dis qu'elles ſeront en équilibre, ſi la force avec laquelle chacune agit, eſt exprimée par un des côtés du triangle *EFG*, qui couperoit en angles droits la ligne de direction de chaque puiſſance.

Pour le prouver remarquez que ſi la ligne *AO*, eſt perpendiculaire ſur le côté *EF*; & la ligne *CT*, ſur le côté *EG* (comme nous le ſupoſons) l'on aura les deux triangles *AOF* & *FTE*, ſemblables, puiſqu'ils ont chacun un angle droit, & l'angle *OFT*, qui leur eſt commun; ainſi l'angle *E*, ſera égal à l'angle *OAE*. Par un ſemblable raiſonnemenr on verra auſſi que le triangle *FAS* eſt ſemblable au triangle *FTG*, & que de même l'angle *G*, ſera égal à l'angle *FAS*; mais comme ce dernier l'eſt encore à l'angle alterne *BCA*, il s'enſuit donc que le triangle *ABC* eſt ſemblable au triangle *EFG*: ainſi les trois côtés du grand triangle pourront donc être pris à la place de ceux du petit, & par conſéquent exprimer le raport de chaque puiſſance dont ils coupent la ligne de direction en angles droits; mais comme nous avons vû que ces trois puiſſances étoienr en équilibre, lorſque leur raport étoit exprimé par les côtés du petit triangle *ABC*, l'on peut donc dire qu'elles ſeront encore en équilibre quand leur raport ſera exprimé par les côtés du rriangle *EFG*. *C*, *Q*, *F*, *D*.

COROLLAIRE PREMIER.

3. Il ſuit que quand on aura trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, qui tirent ou pouſſenr autour du poinr *H*, ſi elles ſont en équilibre, on connoîtra toujours le raport que ces puiſſances ont entr'elles, puiſqu'on n'aura qu'à couper chaque ligne de direction en angles droits par une ligne tirée à telle diſtance que l'on voudra du point *H*; car ces trois lignes venant à ſe rencontrer, donneronr les côtés du triangle *IKL*, qui exprimeront le raport des puiſſances; c'eſt-à-dire, que ſi l'on ſupoſe que la puiſſance *P*, ſoit exprimée par *IK*, la puiſſance *Q*, le ſera par *KL*, & la puiſſance *R*, par *IL*. FIG. 3.

COROLLAIRE SECOND.

FIG 4. 4. Il ſuit encore que connoiſſant les trois côtés du triangle *IKL*, avec une des trois puiſſances, on pourra connoître les deux autres puiſſances; car ſi (par exemple) l'on a la puiſſance *P*, & qu'on veuille connoître la ſeconde *Q*, on n'aura qu'à dire comme le côté *KI*, eſt au côté *KL*, ainſi la puiſſance *P*, eſt à la puiſſance *Q*, que l'on trouvera par la regle de proportion auſſi-bien que la troiſiéme puiſſance *R*.

COROLLAIRE TROISIE'ME.

5. Dans les triangles les ſinus des angles étant dans la même raiſon que leurs côtés opoſés, on peut ajouter encore que ſi l'on avoit un triangle *IKL*, dont les trois côtés fuſſent en même raiſon que les puiſſances *PQR*, ſi on ne connoiſſoit pas ces côtés, il ſuffiroit de connoître la valeur des angles qui leur ſont opoſés, parce que les ſinus de ces angles pouvant être pris pour les côtés mêmes, ils exprimeront plus exactement le raport en nombres, & par conſequent les puiſſances, de ſorte que ſi on connoiſſoit la valeur de la puiſſance *Q*, & les trois angles *I*, *K*, *L*, on trouvera les deux autres puiſſances *P* & *R*, en ſe ſervant des Tables des Sinus.

COROLLAIRE QUATRIE'ME.

6. Il ſuit enfin que ſi on a trois puiſſances, dont deux priſes enſemble ſoient plus grandes que la troiſiéme, connoiſſant le raport de ces trois puiſſances, on pourra déterminer ſelon quelle direction chaque puiſſance doit tirer ou pouſſer, pour qu'agiſſant toutes enſemble autour d'un point, elles ſoient en équilibre, puiſque pour cela il ne faut que ſe donner trois lignes qui ayent entre elles le même raport que les trois puiſſances en queſtion; enſuite faire un triangle de ces trois lignes; après quoi ſi d'un coin quelconque pris dans la ſuperficie du triangle, l'on abaiſſe des perpendiculaires ſur les côtés, elles détermineront les directions, ou ce qui eſt la même choſe, les angles que les puiſſances doivent former entr'elles.

Remarque premiere.

7. Il n'eſt pas néceſſaire que les trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, tirent ou pouſſent toutes trois enſemble le point *H*, pour être en équilibre,

équilibre, il peut y en avoir deux qui tirent, & une autre qui le pouſſe en ſens contraire.

Remarque ſeconde.

8. On prendra garde auſſi que ce n'eſt pas une néceſſité que les trois côtés du triangle, qui déterminent le rapport des puiſſances, ſoient coupés par les lignes de direction de ces puiſſances, ni que le point où ces puiſſances concourent ſoit renfermé dans ce triangle, puiſqu'il ſuffit que les côtés prolongés du triangle ſoient coupés en angles droits; par exemple ſi les côtés du triangle *MKN* ſont diſpoſés de façon que quelqu'un d'eux, comme *KM* & *KN*, étant prolongés vers *I* & vers *L*, coupent les directions *HP* & *HQ*, à angles droits & que la direction *HR*, prolongée vers *O*, aille couper le côté *MN*, auſſi à angles droits, je dis que les côtés du triangle *MKN* détermineront encore le rapport des puiſſances, quoique le point *H* ne ſoit point dans ce triangle: car les choſes étant telles que nous le ſuppoſons, les lignes *MN* & *IL* ſeront paralelles, puiſqu'elles ſont toutes deux coupées à angles droits par la ligne *OR*, par conſequent le triangle *MKN* ſera ſemblable à *IKL*; or ſi les côtés de ce dernier expriment le raport des trois puiſſances *PQR*, comme nous l'avons fait voir ci-devant, ceux de l'autre *MKN*, exprimeront auſſi le même rapport; ainſi le petit triangle pourra tenir lieu du grand.

Remarque troiſiéme.

9. Si l'on avoit un corps *F*, poſé ſur un Plan incliné *BC*, il eſt conſtant que (telle que ſoit la figure de ce corps) il ne ſe maintiendra point en repos, à moins qu'une puiſſance *Q*, ne le ſoutienne; or ſi l'on vouloit ſçavoir quel eſt le rapport de la puiſſance au poids dans la ſituation où ſe trouve cette puiſſance, il faut conſiderer d'abord qu'au lieu d'une puiſſance, nous en pouvons concevoir trois. La premiere ſera la peſanteur abſoluë du corps, qui tend au centre de la Terre ſelon une direction *FG*, qui paſſant dans ſon centre de gravité, eſt perpendiculaire à l'horiſon; la ſeconde ſera l'effort que ce corps fait ſur le Plan ſi l'on prolonge la ligne *FD* juſqu'en *R*; on peut concevoir la ligne *DR* comme la direction d'une puiſſance qui pouſſe de *P* en *D*, pour faire équilibre à l'effort que ſoûtient le Plan incliné: La troiſiéme ſera la puiſſance *Q*, qui empêche le corps de tomber. Cela poſé, ſi l'on prolonge la ligne de direction *GF* du poids juſqu'en *O*, & qu'on la coupe à FIG. 41

angles droits par la ligne *HI*; & de même la direction *EQ*, par la ligne *IK*, on aura le triangle *HIK*; dont le côté *HK* exprimera la puiſſance *P*, puiſqu'il coupe à angles droits la ligne de direction *RF*; le côté *HI* exprimera la peſanteur abſolue du poids *F*; & le côté *IK*, la puiſſance *Q* dans le cas où le tout ſeroit en équilibre; par conſéquent on peut dire que la peſanteur abſolue du poids *F*, eſt à la puiſſance *Q*, comme le côté *HI*, eſt au côté *IK*: d'autre part la peſanteur abſolue du poids eſt à la puiſſance *Q*, & à l'effort que ſoûtient le plan incliné, ou la puiſſance *P*, comme *HI* eſt à *HK*; ainſi quand on connoitra la peſanteur du poids *F*, & le ſinus des angles du triangle *HIK*, on pourra donc connoître l'effort que font les deux puiſſances *P* & *Q*.

Il faut s'apliquer à bien entendre cette derniere remarque rélativement à ce qui a été dit dans les articles qui précédent, parce qu'elle contribuera beaucoup à faciliter l'intelligence de ce que nous avons à enſeigner par la ſuite; c'eſt ainſi que l'eſprit préparé à ce qu'on a deſſein de lui inſinuer, les choſes qui lui paroiſſoient les plus compliquées, lui deviennent ſenſibles dès qu'il apperçoit quelque jour où il peut ſe reconnoître.

CHAPITRE SECOND.

De la maniere de calculer l'épaiſſeur des pieds-droits des Voûtes en plein centre, pour être en équilibre par leur réſiſtance avec la pouſſée qu'ils ont à ſoutenir.

10. LA néceſſité de ſe ſervir de mortier dans la conſtruction de la maçonnerie, & principalement dans celle des Voûtes pour lier les Pierres, fait qu'on peut ſe diſpenſer de calculer la pouſſée de tous les vouſſoirs, chacun en particulier: il ſuffit d'en conſiderer une certaine quantité, comme ne faiſant enſemble qu'un ſeul vouſſoir, afin d'éviter l'extrême longueur des calculs qu'on ſeroit obligé de faire ſi l'on en uſoit autrement: car les ſujets qui ſe rapportent à la pratique doivent être conſidérés relativement à ce qu'ils ſont dans l'exécution, & non pas tout-à-fait comme l'imagination nous les repreſente; par exemple, l'on remarque que quand les piés-droits d'une Voûte ſont trop foibles pour en ſoûtenir la pouſſée, la Voûte ſe fend vers le milieu *des reins*, c'eſt-à-dire entre *l'impoſte*

& la *clef* : ainſi ayant une Voute en plein ceintre *BDI*, dont chaque quart de cercle *BD* & *DI*, ſoit diviſé en deux également au point *C* & *H*, l'expérience montre que c'eſt toujours aux endroits *C* & *H*, &c. que la Voûte ſe déſunit quand ſa pouſſée eſt au-deſſus de la réſiſtance des piés-droits. Or puiſque le plus foible d'une Voûte eſt vers le milieu des reins, il eſt donc naturel de ſuppoſer que c'eſt-là où ſe fait toute l'action de la pouſſée; & de conſiderer les deux parties de la Voûte *CG* & *CE* (que nous nommerons *vouſſoirs*) comme ne compoſant qu'une ſeule pierre, chacune en particulier, dont l'une *CE* eſt parfaitement liée avec ſon pié-droit *BP*, & l'autre *CG*, agit comme un coin qui ſeroit introduit entre les deux plans *FA* & *GA* pour les ſéparer : ou bien l'on pourra prendre toute la partie ſupérieure *CGH* de la Voûte, qui tend à ſéparer comme un coin les deux Plans *AF* & *A*, &c. & dans ce ſens, ce ſera cette partie qui cauſera toute la pouſſée, la moitié *CG* agira pour écarter le corps *PFCS*, (compoſé du pied droit *PB* & du vouſſoir *EC*, comme je l'ai inſinué d'abord) & alors il ſuffira pour calculer cette pouſſée, de n'avoir égard qu'à la moitié de la Voute depuis le point d'appui *P*, juſqu'au ſommet *DG*, puiſque l'on concevra la même choſe pour l'autre moitié. FIG. 7.

Conſiderant le vouſſoir ſupérieur *FD*, comme n'ayant aucune liaiſon avec le reſte de la maçonnerie, la pouſſée qui ſe fera à l'égard du point d'apui *P*, ſera la plus grande qu'il eſt poſſible, puiſque dans une Voûte, il n'arrive jamais que les vouſſoirs agiſſent auſſi puiſſamment qu'ils feroient ſi leurs joints étoient extrêmement polis, ſans trouver d'obſtacle de la part du mortier, ni du frotement : par conſéquent ſi l'on cherche à proportionner la réſiſtance du pié-droit *PB* à cette plus grande pouſſée, on donnera à la puiſſance *réſiſtante* une force un peu au-deſſus de celle qu'il lui faudroit effectivement pour ſoûtenir l'effort du vouſſoir *FD*, dans le cas où il ſeroit lié avec le reſte de la Voûte; ainſi cette ſuppoſition ne pouvant que contribuer à la fermeté des piés-droits, il s'enſuit que conſidérer ici les choſes dans la rigueur de la Theorie, c'eſt leur donner tout l'avantage qu'on peut déſirer dans la pratique.

Cela poſé ſi l'on éléve une perpendiculaire *LO* ſur le milieu du joint *FC*, cette perpendiculaire exprimera la direction de la puiſſance qui ſoûtiendroit l'effort que fait le Vouſſoir *FD*, ſur le plan incliné *FA**; de même ſi ſur le milieu du joint *GD* on éleve une autre perpendiculaire *HW*, elle exprimera auſſi la direction de la puiſſance qui ſoutiendroit l'effort que feroit le vouſſoir contre le Plan vertical *GA*; enfin ſi du point *X*, (que je ſuppoſe le centre * Art. 1.

de gravité du vouſſoir) on abaiſſe une perpendiculaire XY à l'horiſon, elle exprimera la direction, ſuivant laquelle ce vouſſoir tend au centre de la Terre, * par conſéquent nous avons ici trois puiſſances, qui dans l'état d'équilibre ſeront exprimées par les trois côtés du triangle rectangle ALK, * car le côté LK, étant perpendiculaire ſur la direction XY exprimera la peſanteur abſoluë du vouſſoir FD; de même le côté LA étant perpendiculaire ſur la direction LO de la puiſſance O, il exprimera la force de cette puiſſance pour ſoûtenir la pouſſée qui ſe fait ſur le joint FC, enfin la direction HW de la puiſſance W, étant perpendiculaire ſur la ligne GA, le côté KA exprimera l'effort de cette puiſſance; mais comme elle n'entre point ici dans le calcul, nous en ferons abſtraction à l'avenir, pour ne conſidérer que la ſeule puiſſance O, dont le bras de levier ſera exprimé par la perpendiculaire PO, riré du point d'apui P ſur la direction LO; prévenu de tout ceci, je ne crois pas qu'on rencontre aucune difficulté à bien entendre les propoſitions qui vont faire l'objet de ce Chapitre.

* Art. 9.

* Art. 2. & 3.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes en plein ceintre, pour être en équilibre par leur réſiſtance avec la pouſſée qu'ils ont à ſoûtenir.

11. Ayant mené par le point L milieu de FC, la ligne MK paralelle à ZA, & prolongé PZ juſqu'en M, & abaiſſé la perpendiculaire LV ſur AB, nous nommerons LK, ou KA, a; LA, b; BV, c; ZP, d; ZB, ou PS, y; ainſi ML ou MN, ſera $y+c$, & MP ſera $a+d$, par conſéquent NP ſera $a+d-c-y$; & ſi l'on ſupoſe $a+d-c=f$, l'on aura $f-y$ pour la valeur de NP; la ſuperficie de chaque vouſſoir CG & CE, ſera nommée nn; enfin ſi du centre de gravité Q, du vouſſoir CE, l'on abaiſſe la perpendiculaire QR, ſur la baſe PS, RS ſera nommée g; par conſéquent PR ſera $y-g$.

FIG. 7.

Cela poſé, la premiere choſe qu'il faut chercher eſt l'expreſſion du bras de lévier PO; pour cela conſidérés que les triangles LKA & NOP, ſont ſemblables, puiſqu'ils ſont rectangles & izocelles, & que par conſéquent $LA\ (b).\ LK\ (a) :: NP\ (f-y).\ PO\ \frac{(af-ay)}{b}$.

D'un autre côté remarquez que la peſanteur abſoluë du vouſſoir ED

eſt à l'effort que ſoûtient le joint FC, ou la puiſſance O, comme LK eſt à LA, * ou bien, $ab :: nn. \frac{bnn}{a}$: ainſi multipliant $\frac{bnn}{a}$ (qui eſt l'expreſſion de la puiſſance O) par ſon bras de levier PO, l'on aura $nnf - nny$ pour la pouſſée de la Voûte par rapport au point d'apui P; & comme nous voulons mettre cette pouſſée en équilibre avec la réſiſtance du pié-droit joint au vouſſoir EC, il faut multiplier la ſuperficie du rectangle PB qui eſt dy, par le bras de levier PT $(\frac{y}{2})$ moitié de PS pour avoir $\frac{dyy}{2}$; & comme nous avons encore le vouſſoir EC, dont la ligne de direction QR, tirée du centre de gravité perpendiculaire ſur PS marque que PR $(y-g)$ eſt le bras de lévier qui répond à l'action de ce vouſſoir, il faut donc multiplier nn par $y-g$ pour avoir $nny-nng$, qui étant ajouté avec $\frac{dyy}{2}$, donnera une expreſſion égale à la puiſſance réſiſtante; par conſéquent l'on a cette équation $nnf - nny = \frac{dyy}{2} + nny - nng$, d'où faiſant paſſer du premier membre dans le ſecond, le terme où ſe trouvera l'inconnu, & du ſecond dans le premier, le terme où l'inconnu ne ſe trouve point, l'on aura après avoir multiplié par 2 & diviſé par d, $\frac{2nnf + 2nng}{d} = yy + \frac{4nny}{d}$, qui eſt une équation dont il ſera aiſé d'avoir la valeur de l'inconnu, en ajoutant à chaque membre le quarré de la moitié du coëficient du ſecond terme, afin de rendre le ſecond membre un quarré parfait; & alors il viendra $\frac{2nnf + 2nng}{d} + \frac{4n4}{dd} = yy + \frac{4nny}{d} + \frac{4n4}{dd}$, dont extrayant la racine quarrée & dégageant l'inconnu, il vient $\frac{\sqrt{2nnf + 2nng}}{d} + \frac{4n4}{dd} - \frac{2nn}{d} = y$.

* Art. 4.

APLICATION.

Quand on eſt une fois parvenu à trouver une expreſſion qui donne la valeur de l'inconnu, il n'y a plus qu'à faire par les nombres ce que la derniere équation nous a indiqué, cependant comme les calculs, tout aiſés qu'ils ſont, pourroient embarraſſer ceux qui n'en ont point l'habitude, je vais comme dans le Livre précédent en détailler les opérations.

Nous ſuppoſerons que le rayon AB eſt de 12 pieds; que le rayon

AE eſt de 15 : par conſéquent la Voûte en aura 3 d'épaiſſeur : ainſi AL (b) ſera de 13 pieds 6 pouces, LK ou KA (a) de 9 pieds 10 pouces, & BV (c) ſera de 2 pieds 2 pouces ; nous ſupoſerons auſſi que ZP (d) ou la hauteur des piés-droits eſt de 15 pieds, & que RS (g) eſt d'un pied ; & ſelon toutes ces ſupoſitions $a+d-c=f$ ſera de 22 pieds 2 pouces : de ſorte que $f+g$ ſera 23 pieds 2 pouces ; or comme il ne nous reſte plus que de connoître nn, il n'y a qu'à chercher la ſuperficie des deux cercles qui auroient pour rayons AC & AF ; c'eſt-à-dire, 12 & 15 pieds, ôter la plus petite de la plus grande, & prendre la huitiéme partie de la différence qu'on trouvera d'environ 32 pieds, qui ſera la valeur de nn ; c'eſt-à-dire, de chaque vouſſoir CG ou CE. Préſentement que l'on connoît la valeur de toutes les lettres, il ne s'agit plus que de faire les mêmes opérations que celles qui ſont indiquées dans l'équation $\frac{\sqrt{2nnf+2nng}}{d}+\frac{4nn4}{dd}-\frac{2nn}{d}=y$, dans laquelle je remarque que $f+g$ eſt multiplié par $2nn$. Or comme $f+g$ vaut 23 pieds 2 pouces, & nn, 23 pieds dont le double eſt 64, je multiplie donc 64 par 23 pieds 2 pouces, & je diviſe le produit par la valeur de d, qui eſt 15, & le quotient donne 98 pieds 10 pouces : enſuite je remarque que le troiſiéme terme de mon équation eſt le quarré de $\frac{2nn}{d}$; c'eſt-à-dire, de 64 diviſé par 15, qui donne 18, qui étant ajoûté avec 98 pieds 10 pouces, l'on aura 116 pieds 10 pouces, dont il faut extraire la racine quarrée que l'on trouvera de 10 pieds 9 pouces 7 lignes ; mais comme l'on voit dans l'équation qu'il faut ôter de cette racine $\frac{2nn}{d}$, il faudra donc ſouſtraire ſa valeur, c'eſt-à-dire, 4 pieds 3 pouces, de 10 pieds 9 pouces 7 lignes, & la différence qui eſt 6 pieds 6 pouces 7 lignes, ſera la valeur de y ; c'eſt-à-dire, l'épaiſſeur PS qu'il faudra donner aux piés-droits de la Voûte dont il s'agit pour être en équilibre avec la pouſſée.

On prendra garde que l'épaiſſeur que l'on vient de trouver n'eſt pas celle que je prétend qu'il faut donner au pié-droit d'une Voûte qui auroit les mêmes dimenſions que celle qu'on a ſupoſé ici, puiſqu'après avoir trouvé le point d'équilibre, il faut, comme on l'a dit pluſieurs fois dans le Livre précédent, mettre toujours la puiſſance réſiſtante au-deſſus de la pouſſée, afin d'agir en route ſeureté, ce qui ſe fera en donnant au pié-droit 5 ou 6 pouces d'épaiſſeur de plus que n'en demande le calcul, ou bien en ajoûtant des contreforts comme nous en ferons mention ailleurs.

Remarque premiere.

12. Quand on a trouvé une expreſſion Algebrique qui marque la pouſſée d'une Voûte, il eſt facile de réſoudre pluſieurs cas qu'on peut propoſer au ſujet des Bâtimens dans leſquels on doit faire des Voûtes, en voici un autre qui ſe rencontre fort ſouvent. FIG. 8.

On a deſſein de faire une Voûte *ELM* élevée ſur des piés-droits *EA* & *MN*, & l'on veut faire au-deſſus de la Voûte un Bâtiment, ſoit pour la couvrir contre les injures du tems, ou pour y pratiquer quelque logement, ainſi qu'on le fait au-deſſus du paſſage des Portes de Ville; pour cela on ſera obligé d'élever à droit & à gauche deux pignons *IG* & *OP* ſur les piés-droits, qui étant chargés de ces deux nouveaux corps de Maçonnerie, n'auront pas beſoin de tant d'épaiſſeur que s'ils n'avoient que leur hauteur naturelle; on demande donc (étant prévenu de la hauteur *IF* & de l'épaiſſeur *IK*, que doivent avoir les murs qu'on veut élever en même-tems que les piés-droits) quelle doit être l'épaiſſeur *AB*, pour que le tout ſoit en équilibre?

Nous ſupoſerons pour plus de facilité que le mur *IG* ſera élevé ſur le milieu du pié-droit; en ſorte que les centres de gravité *H* & *Q* des deux murs *IG* & *DB* ſoient dans la même ligne *HC* qui tombe ſur le milieu de *AB*, & que la Voûte dont il eſt queſtion, a les mêmes dimenſions que ci-devant, & nommée par les mêmes Lettres: cela poſé, il eſt certain que ſi l'on ne faiſoit pas mention comme dans la figure précédente du mur *IG*, la réſiſtance du pié-droit ſeroit exprimée par $\frac{dvv}{2} + nny - nng$; mais comme il faut y ajouter le poids de ce mur, multiplié par le bras de lévier *AC*, ſi on nomme *IF*, *h*; & *IK*, *r*; l'on aura donc $\frac{dvv}{2} + nny + \frac{hrv}{2} - nng$ pour la réſiſtance d'un pié-droit de la Voûte qui devant être en équilibre avec la pouſſée, par conſéquent cette équation $\frac{dvv}{2} + nny + \frac{hrv}{2} - nng = nnf - nny$, qui ne differe de celle que nous avons vû ci-devant que du ſeul terme $\frac{hrv}{2}$; c'eſt pourquoi faiſant les mêmes choſes qu'on a déja faites pour dégager l'inconnu, & pour en avoir la valeur en nombre; l'on trouvera en déterminant les dimenſions *h* & *r*; combien il faudra donner de moins à l'épaiſſeur des piés-droits que dans le cas précédent.

Remarque ſeconde.

13. Nous venons de ſupoſer que *l'extrados* de la Voûte ſur laquelle nous avons operé, étoit circulaire, parce qu'il s'en rencontre qui ont cette figure ; mais comme dans les Places de Guerre les Voûtes des ſoûterrains & celles des Magaſins à poudre ont toujours leur extrados terminés en *dos d'âne*, pour l'écoulement des eaux de pluye, & pour qu'elles réſiſtent mieux en tems de Siége au choc des bombes, il eſt bon de nous arrêter ici un moment pour faire voir qu'on trouvera l'épaiſſeur des piés-droits de ces ſortes de Voûtes de la même maniere que dans le Problême précédent. FIG. 10.

Prenant pour exemple le profil d'un Magaſin à poudre, il faut être prévenu que pour mettre ces ſortes d'édifices à l'épreuve de la Bombe, on donne ordinairement à la Voûte 3 pieds d'épaiſſeur au milieu des reins ; c'eſt-à-dire, qu'ayant diviſé le quart de cercle BD, en deux également au point C, on prolonge le rayon AC juſqu'en F, en ſorte que CF, ſoit de 3 pieds : & afin de bien diriger les pentes GH, & GI, on les fait perpendiculaires ſur le rayon AF, & alors elles forment un angle droit HGI au ſommet, qui eſt l'angle qui convient le mieux pour ne point rendre le Magaſin trop élevé ni trop écraſé.

Cela poſé, ſi l'on ſupoſe le rayon AB, de 12 pieds ; la ligne AF, de 15 ; & la hauteur du pié-droit ZP auſſi de 15, nous aurons les mêmes lignes que ci-devant, & chacune ſera exprimée par les mêmes lettres & les mêmes nombres, & il n'y aura que les deux parties égales $CFGD$ & $CFHB$ de la Voûte qui ſeront différentes, étant beaucoup plus conſidérables : ce qui changera la valeur de nn.

Les triangles LKA & NOP, étant enſemble l'on aura $LA\ (b)$. $LK\ (a) :: NP\ (f-y)$. $PO\ (\frac{af-ay}{b})$, & comme la partie $CFGD$ de la Voûte agit toûjours ſur le joint FC ou ſur la puiſſance O, dont la direction OL eſt perpendiculaire ſur le milieu du joint FC l'expreſſion de cette puiſſance ſera encore $\frac{nnb}{a}$, laquelle étant multipliée par ſon bras de lévier PO, il vient $nnf-nny$ pour la pouſſée de la Voûte par raport au point d'apui P.

D'un autre côté la réſiſtance du pié-droit ſera le produit de ſa ſuperficie par la moitié de la baſe PS, qui donne $\frac{dvv}{2}$, à quoi ajoûtant le produit de la ſuperficie de la partie $CFHB$ par ſon bras de lévier $PR\ (y-g)$ l'on aura $\frac{dvv}{2}+nny-nng$ pour l'expreſſion de la puiſſance

puiſſance réſiſtante ; par conſéquent cette équation $nnf - nny = \frac{dyy}{2} + nny - nng$, qui étant la même que celle qu'on a trouvé dans la propoſition précédente, ſe réduira à $\frac{\sqrt{2nnf + 2nng}}{d} + \frac{4n^4}{dd} - \frac{2nn}{d} = y$, qui donnera la valeur de l'inconnu en ſuivant ce qui a été enſeigné dans l'aplication.

On remarquera, comme je l'ai déja dit, qu'il faudra chercher une nouvelle valeur de nn, ce qui eſt bien aiſé ; car comme l'on connoît les côtés AF & FG, du triangle rectangle FGA, auſſi-bien que le rayon AC, on n'aura qu'à retrancher le ſecteur ACD, du triangle ; la différence ſera la valeur de la partie $CFGD$, ou de nn, que l'on trouvera de 56 pieds.

On prendra garde auſſi que la partie $FHBC$ de la Voûte qui eſt unie avec le pié-droit, étant d'une figure différente que dans le Problême précédent, le centre de gravité Q, ne ſera point dans la même poſition par raport à la baſe PS, puiſque la ligne RS, ſera néceſſairement plus grande que dans la figure 7. ce qui fait que la valeur de g, ne peut être d'un pied, comme nous l'avons ſupoſé cidevant ; auſſi l'ai-je eſtimé de 18 pouces : or ſi l'on a égard à tout ce que je viens de dire, on trouvera en faiſant le calcul numerique, que l'épaiſſeur PS des piés-droits, doit être de 7 pieds 8 pouces 6 lignes dans l'état d'équilibre.

Remarque troiſiéme.

14. Mais ſi l'on avoit une Voûte BDH, dont le deſſus fut terminé par un plan horiſontal QX, il eſt conſtant que prolongeant les rayons AC & AY, (qui diviſent les quarts de cercles DB & DH, en deux également juſqu'à la rencontre de la ligne QX) la partie ſupérieure $CWIYD$, de la Voute exercera toute la pouſſée que doivent ſoûtenir les piés-droits ; or voulant ſavoir l'épaiſſeur qu'il faut leur donner, je prolonge SB juſqu'en R, & conſidere le rectangle $PQRS$, comme le pié-droit qui répond au vouſſoir $CWGD$; mais dira-t'on ? ce vouſſoir anticipe ſur le pié-droit de tout le triangle FWR, par conſéquent le pié-droit a plus de ſuperficie qu'il ne devroit avoir ? cela eſt vrai ; mais auſſi je compte de faire abſtraction du triangle mixte BFC, qui appartient naturellement au pié-droit, afin d'éviter les petites circonſtances qui pourroient rendre le Problême embaraſſant ; ainſi pour le ramener à la propoſition pré- FIG. 11.

cédente, je prends la partie CF égale à DG, & j'éleve ſur ſon milieu L la perpendiculaire LO, pour marquer la direction de la puiſſance O, & je tire les lignes MK & LV comme ci-devant, & les nomme auſſi-bien que les autres par les mêmes lettres dont on s'eſt déja ſervi, excepté MP que nous nommerons f: cela poſé, remarquez que les triangles ſemblables LKA & PON donnent LA (b). LK (a) :: PN ($f-c-y$). PO ($\frac{af-ac-ay}{b}$), & que la peſanteur abſoluë du vouſſoir $CWGD$ (nn) eſt encore à la pouſſée, ou ſi l'on veut à l'effort de la puiſſance O, comme LK (a) eſt à LA (b); ce qui donne toujours $\frac{nnb}{a}$ pour l'expreſſion de cette puiſſance, qui étant multipliée par ſon bras de lévier PO, l'on aura $fnn-cnn-ynn$, pour le produit qui doit être égal dans l'état d'équilibre à la peſanteur du pié-droit $PQRS$, multiplié par ſon bras de lévier PT; ainſi ayant nommé QP, d; & PS, y; l'on aura $\frac{dyy}{2}$ pour la réſiſtance du pié-droit, par conſéquent cette équation $fnn-cnn-ynn=\frac{dyy}{2}$, qui étant multiplié par 2, & diviſé par d, donne $2fnn-2cnn=yy+\frac{2nny}{d}$, de laquelle dégageant l'inconnu, il vient $\sqrt{\frac{2fnn-2cnn}{d}+\frac{n^4}{dd}}-\frac{nn}{d}=y$.

Si l'on ſupoſe preſentement le rayon AB de 12 pieds; GD, de 3; BS, de 15; QP (d) ſera de 30; LK ou LV (a) ſera de 9 pieds 10 pouces; MP (f) de 24 pieds 10 pouces; BV (c) de 2 pieds 2 pouces; & nn ſera de 56 pieds: or ſi l'on fait toutes les opérations qui ſont indiquées dans la derniere équation, l'on trouvera que l'épaiſſeur PS du pié-droit, c'eſt-à-dire y, doit être de 7 pieds 6 pouces, pour être en équilibre avec la pouſſée de la Voûte.

15. Je ſuis bien aiſe de faire obſerver ici en paſſant que toutes les fois que nous avons multiplié l'expreſſion de la puiſſance O, c'eſt-à-dire, $\frac{nnb}{a}$ par ſon bras de lévier PO ($\frac{af)-ac-ay}{b}$) les lettres a & b ſe ſont évanouies, n'étant reſté pour le produit que $fnn-cnn-ynn$, qui n'eſt autre choſe que celui de $f-c-y$ par nn; or comme $f-c-y$, eſt l'expreſſion de l'hipotenuſe NP du triangle rectangle PON, & nn la ſuperficie du vouſſoir $CWGD$, l'on peut donc tirer cette conſéquence qui eſt » que toutes les fois que » le triangle LKO ſera ſemblable au triangle PON, on n'aura qu'à » multiplier l'expreſſion de la peſanteur abſoluë du vouſſoir par celle

» de l'hipotenuſe *NP*; pour avoir la pouſſée de la Voûte par raport » au point d'apui *P*, *ſans être obligé de faire aucune analogie, c'eſt ce que nous ſuivrons à l'avenir pour abréger les opérations; mais* » l'on fera » attention que ceci n'a lieu que quand il eſt queſtion d'une Voûte » en plein ceintre.

Remarque quatriéme.

15. L'on remarquera encore que (ſi l'on vouloit conſtruire un édifice où l'on ſeroit obligé de faire pluſieurs Voûtes les unes ſur les autres ſoûtenues par les mêmes piés droits) il n'y auroit pas plus de difficulté à trouver l'épaiſſeur de ſes piés-droits, que l'on n'en a eu dans les cas précédens; il arrivera ſeulement que les calculs ſeront un peu plus compoſés, comme on en va juger. PLANCH. 3. FIG. 2.

Si l'on conſidere le profil repreſenté par la Figure 2. l'on verra qu'on y ſupoſe deux étages: le premier qui eſt couvert par deux Voûtes de même grandeur, pourra être pris ſi l'on veut pour un ſoûterrain, au-deſſus duquel eſt un magaſin qui compoſe le ſecond étage; & comme ce magaſin eſt couvert par une Voûte qui eſt ſoûtenue par les mêmes piés-droits que celle du ſoûterrain, la pouſſée des deux Voûtes répondra au même point d'apui *P*; par conſéquent ſi on diviſe les quarts de cercles *BD* & *WQ* en deux également, & qu'on éleve aux points *L* & *X*, les perpendiculaires *LO* & *XE*, elles repréſenteront comme à l'ordinaire la direction des puiſſances qui ſoûtiendroient en équilibre la pouſſée des vouſſoirs *LG* & *XQ*; par conſéquent ſi du point d'apui *P* l'on abaiſſe ſur ces directions les perpendiculaires *PO* & *PE*, l'on aura d'une part le triangle *LKA* ſemblable à *PON*, & de l'autre le triangle *XIS* ſemblable à *PEH*; or pour avoir la pouſſée des deux vouſſoirs *LG* & *XQ*, on n'aura qu'à multiplier la ſuperficie du premier *LG* par l'hipotenuſe *NP* du triangle rectangle *PON*, & celle du ſecond *XQ* par l'hipotenuſe *PH* du triangle *PEH*, & ajoûter ces deux produits enſemble; ainſi nommant *LV* ou *MZ*, *a*; *BV*, *c*; *ZP*, *d*; *MP* ſera $a+d$; & *ZB* étant roûjours *y*, *ML** ou *MN* ſera $y+c$; par conſéquent *NP* ſera $a+d-c-y$; & ſi l'on ſupoſe pour abreger $a+d-c=f$, *NP* ſera $f-y$ qui étant multiplié par *nn* ſuperficie du vouſſoir *LG*, l'on aura $nnf-nny$ pour le premier produit (c'eſt-à-dire) pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voute ſupérieure, de même ſi on nomme *WY* *b*; & *RP*, *h*; *RX* ou *RH* ſera $y+b$, par conſéquent *HP* ſera $h-b-y$; Er ſupoſant encore pour abreger $h-b=p$, *HP* ſera $p-y$ qui étant multiplié par la ſuperficie du vouſſoir *XQ* que nous nommerons *qq*, l'on aura $pqq-qqy$ pour le ſecond produit, ou ſi l'on *Art. 15

veut pour la pouſſée de la Voûte inférieure, qui étant ajoutée avec celle de la ſupérieure, il viendra $nnf - nny + pqq - qqy$ pour la pouſſée que ſoutient le pié-droit PB & comme la réſiſtance du pié-droit jointe au vouſſoir ZLB, eſt exprimée comme ci-devant par $\frac{dyy}{2} - nny - nng$ (car nous faiſons abſtraction de la partie XIV de la Voute du ſouterrain, parce que cette partie ſe trouve preſque entierement enclavée dans le pié-droit) l'on aura donc cette équation $nnf - nny + pqq - qqy = \frac{dyy}{2} + nny - nng$; d'où faiſant paſſer dans le ſecond membre les termes où ſe trouvent l'inconnu, & du ſecond dans le premier ceux où l'inconnu ne ſe trouve point, l'on aura $nnf + \frac{nng + pqq}{d} = \frac{yy}{2} + \frac{2nny + qqy}{d}$ après avoir diviſé par d; & ſi l'on ſuppoſe $\frac{2nn+qq}{d} = r$, mettant r à la place de ſa valeur multipliant toute l'équation par 2, & faiſant du ſecond membre un quarré parfait, l'on aura $2nng + 2nnf + 2pqq + rr = yy + 2ry + rr$, d'où dégageant l'inconnu il vient enfin $2nng + 2nnf + 2pqq + rr - r = y$, qui donne en terme connu la valeur de y; ainſi l'on n'aura qu'à déterminer ſi l'on veut les dimenſions de la figure pour avoir la valeur des lettres & enſuite faire avec les nombres les mêmes opérations que celles qui ſont indiquées dans l'équation, & l'on trouvera l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits pour être en équilibre avec la pouſſée des deux Voutes.

Quand les Voutes ſont couvertes par une ſurface horiſontale ſervant de rez-de-Chauſſée à l'étage qui eſt au-deſſus, il n'eſt pas néceſſaire d'avoir égard au poids des terres ou des autres matériaux qu'on met au-deſſus des reins pour remplir les vuides; car comme ces matériaux agiſſent dans un ſens perpendiculaire, ils font un effort qui diminue en quelque façon la pouſſée puiſqu'ils aident les piés-droits à y réſiſter: ainſi il ſuffira de conſiderer la Voute pour en avoir les piés-droits, comme s'il n'étoit point queſtion de cette nouvelle charge, c'eſt pourquoi je n'en ai pas fait mention dans les calculs précédens.

Remarque cinquiéme.

PLAN. 5. FIG. 1.

16. Il ſe fait quelquefois des Voûtes dont l'*impoſte* faille au-delà du mur, & alors cette Voûte eſt nommée *encorbeillement*, parce qu'elle eſt portée par des Corbeaux de Pierre: telle eſt la Voute en plein

ceintre *BDH*, qui repoſe ſur les corbeaux *BE* & *HX*, dont la ſaillie *EB* & *HX* eſt à peu près égale à l'épaiſſeur de la Voûte : comme cette conſtruction n'eſt gueres ſolide, je me garderai bien de la propoſer pour modele, principalement dans les ouvrages de Fortifications, où il faut que les Voûtes ſoient d'une certaine épaiſſeur & ſolidement établies : mon deſſein eſt ſeulement de montrer qu'elle a beaucoup moins de pouſſée, que ſi elle repoſoit directement ſur les piés-droits comme à l'ordinaire, & qu'on peut la mettre en uſage dans les bâtimens civils, quand on veut voûter quelqu'endroit dont les murs qui doivent ſervir de piés-droits, ſe trouvent tous faits, mais trop foibles, parce qu'ils peuvent avoir été bâtis anciennement ſans qu'on ait eu en vûe de leur faire porter une Voute.

Or pour juger de combien cet encorbeillement ſoulage les piés-droits, nous tirerons les lignes comme à l'ordinaire & nous nommerons *CV*, *c*; *ZC* ou *PS*, *y*; *ZP*, *d*; *MP*, *f*; *SR*, *g*; ainſi *ML* ou *MN* ſera $y+c$; & par conſéquent *NP* ſera $f-c-y$, & comme nous ſupoſons, que la ſuperficie de chaque vouſſoir *LGD* ou *ICB* eſt toujours exprimée par *nn*, il s'enſuit par l'article 15. que multipliant *nn* par *NP* $(f-c-y)$ on aura $fnn-cnn-nny$, pour la pouſſée de la Voute; d'un autre côté la réſiſtance des piés-droits ſera toujours $\frac{dyy}{2}$, à quoi ajoûtant celle du vouſſoir *CLB* qui eſt le produit de *nn* par le bras de lévier *PR* $(y+g)$ l'on aura cette équation $fnn-cnn-nny=\frac{dyy}{2}+ynn+gnn$, ou bien

$\frac{2fnn-2cnn-2gnn}{d}=yy+\frac{4nny}{d}$ après avoir fait la réduction, multiplié par 2 & diviſé par *d*; or ſi l'on change le ſecond membre en un quarré parfait & qu'on dégage enſuite l'inconnu il viendra

$\sqrt{\frac{2fnn-2cnn-2gnn}{d}+\frac{4n^4}{dd}}-\frac{2nn}{d}=y.$

Pour connoître la valeur de l'inconnu, nous ſupoſerons que le rayon *AB* eſt de 12 pieds, que la Voûte en a trois d'épaiſſeur, que les piés-droits ont 15 pieds de hauteur, & que la ligne *SR* (g) eſt de 2 pieds, ainſi on trouvera que *MP* (f) vaut 24 pieds 10 pouces & que *EV* (c) vaut 5 pieds 2 pouces; or puiſqu'on a la valeur de toutes les lettres qui ſe trouvent dans le premier membre de l'équation précédente, on trouvera en faiſant les opérations qui y ſont indiquées, que l'épaiſſeur des piés-droits doit être de 5 pieds 5 pouces, & comme nous avons vû dans l'art. 11. que les piés-droits d'une Voute qui auroit les mêmes dimenſions que celle-ci ſans être ſoû-

tenue par des corbeaux, devoit avoir 6 pieds 6 pouces 7 lignes d'épaiſſeur, il s'enſuit que l'encorbeillement donnera 1 pied 1 pouce 7 lignes pour la différence de l'épaiſſeur des piés-droits.

On fera attention (quand on fait des voutes par encorbeillement) de charger les piés-droits d'une bonne maçonnerie *IY* pour maintenir ſolidement la queuë des pierres qui compoſent les corbeaux, afin d'avoir un contre-poids qui faſſe équilibre à celui de la Voute.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

Trouver quelle épaiſſeur il faut donner aux piés-droits d'une Voûte, lorſque ces piés-droits auront un talud déterminé.

17. Nous avons ſupoſé juſqu'ici que les piés-droits des Voutes étoient élevés à plomb des deux côtés, parce qu'il n'arrive gueres qu'on les faſſe autrement; cependant ſi on ſe rappelle ce qui a été dit dans le premier Livre, l'on verra que leur donnant un peu de talud du côté opoſé à la pouſſée, on pourra avec moins de Maçonnerie les mettre en état de ſoutenir la pouſſée de la Voûte, & c'eſt ce que l'on ſe propoſe d'expliquer ici afin de ne rien négliger de tout ce qui peut intereſſer le ſujet que je traite.

Pour trouver l'épaiſſeur *ZB* ou *PS* du pié-droit *PB* auquel on ſe propoſe de donner un talud exprimé par *FZ* ou *PX*, je tire toutes les lignes qu'on a tirées dans les Figures précédentes, & je nomme *KA* ou *MF*, a; *FZ* ou *PX*, b; *BV*, c; *ZX* ou *FP*, d; *ZB*, y; ainſi *FV* ou *ML* ou *MN* ſera $b+c+y$; & *MP* $a+d$, par conſéquent *NP* ſera $a+d-b-c-y$; & ſupoſant $a+d-b-c=f$, *NP* ſera $f-y$; or comme les triangles *LKA* & *PON* ſont ſemblables, multipliant $f-y$ par nn; c'eſt-à-dire par la ſuperficie du vouſſoir *LGD*, on aura $nnf-nny$ pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voute par raport au point d'apui *P*. Fig. 3.

Preſentement pour avoir celle de la réſiſtance du pié-droit, je conſidere que la ſuperficie du triangle rectangle *PZX* eſt $\frac{bd}{2}$ & que ſi la ligne *PY* eſt les deux tiers de *PX*, le point *Y* ſera celui où on pourra réünir la ſuperficie du triangle; ainſi multipliant $\frac{bd}{a}$ par $\frac{2b}{3}$, l'on aura après la réduction $\frac{bbd}{3}$ pour le produit de la ſuperficie du

triangle par le bras de lévier PY; je multiplie de même la superficie du rectangle $XZBS$ (dy) par le bras de levier PT ($b + \frac{y}{2}$) pour avoir $bdy + \frac{dyy}{2}$: enfin comme le centre de gravité Q du vousſoir ELB répond au point R, je multiplie ſa ſuperficie nn par le bras de levier PR; c'eſt-à-dire par $b + y - g$ (car je ſupoſe toujours $RS = g$) & le produit donne $bnn + ynn - gnn$; or ajoutant enſemble ces trois produits, l'on aura la réſiſtance du pié-droit par conſéquent cette équation $fnn - nny = \frac{bbd}{3} + bdy + \frac{dyy}{2} + bnn + nny - gnn$, ou bien $\frac{fnn - bnn + gnn}{d} + \frac{bb}{3} = \frac{yy}{2} + \frac{2nny}{d} + by$, (après avoir diviſé par d, & fait paſſer dans les mêmes membres les termes où ſe trouve l'inconnu.) Or ſi l'on ſupoſe $\frac{2nn}{d} + b = p$, & qu'on mette p à la place de ſa valeur, on pourra du ſecond membre en faire un quarré parfait & dégager l'inconnu comme à l'ordinaire pour avoir cette derniere équation $\frac{\sqrt{2fnn + 2gnn - 2bnn}}{d} - \frac{2bb}{3} + pp - p = y$.

APLICATION.

Suppoſant la hauteur du pié-droit FP, (d) de 15 pieds, & ſon talud EZ (b) de 3, KA (a) ſera de 9 pieds 10 pouces, BV (c) de 2 pieds 2 pouces, ainſi $a + d - b - c$, c'eſt-à-dire f ſera de 19 pieds 8 pouces, & la ſuperficie du vousſoir LGD de 32 pieds; or pour avoir la valeur de p qui eſt la ſeule lettre qui nous reſte à connoître, je me rapelle qu'on a ſupoſé $\frac{2nnd}{d} + b = p$, & comme $\frac{2nn}{d}$ vaut 4 pieds 3 pouces, & b 3 pieds; p vaudra donc 7 pieds 3 pouces; ainſi ayant la valeur de toutes les lettres, je fais avec les nombres les mêmes opérations qui ſont indiquées dans l'équation $\frac{\sqrt{2fnn + 2gnn - 2bnn}}{d} - \frac{2bb}{3} + pp - p = y$; & je trouve que y ou ſi l'on veut l'épaiſſeur de ZB eſt de 3 pieds 9 pouces 3 lignes; c'eſt-à-dire que ſi l'on donne 3 pieds de talud au pié-droit, & 3 pieds 9 pouces 3 lignes d'épaiſſeur au ſommet, ils ſeront en équilibre par leur réſiſtance avec la pouſſée de la Voute.

Remarque premiere.

18. Pour juger combien il faudroit moins de Maçonnerie pour les piés-droits de la Voute que nous venons de calculer, que pour ceux du premier Problême, il n'y a qu'à comparer l'épaiſſeur du Profil de l'un avec celle du Profil de l'autre, puiſqu'ils ont la même hauteur : pour cela j'ajoute les lignes *ZB* & *PS* enſemble ; c'eſt-à-dire 3 pieds 9 pouces 3 lignes, & 6 pieds 9 pouces 3 lignes, & prens la moitié de la ſomme qui eſt de 5 pieds 3 pouces 3 lignes pour l'épaiſſeur réduite, qui étant comparé avec 6 pieds 6 pouces 7 lignes, épaiſſeur des piés-droits du premier Problême, la différence ſera d'un pied 3 pouces 4 lignes ; ce qui fait voir qu'en donnant au pié-droit un talud tel que nous l'avons ſupoſé, on employera environ un cinquiéme moins de Maçonnerie, que ſi l'on avoit fait ces piés-droits à plomb des deux côtés.

Remarque ſeconde.

19. Quand on a trouvé, comme dans le premier Problême, l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits d'une Voûte, pour être en équilibre avec la pouſſée, on peut ſans augmenter la dépenſe mettre la réſiſtance des piés-droits beaucoup au-deſſus de la pouſſée afin d'être ſûr que quelque choſe qui arrive, les piés-droits demeureront inébranlables : pour cela il ne faut que diminuer un peu l'épaiſſeur des piés-droits au ſommet & augmenter celle de la baſe de la même quantité ; par exemple, ſi l'on a trouvé qu'il falloit 7 pieds d'épaiſſeur aux piés-droits, on en donnera 6 au ſommet & 8 à la baſe.

Les murs qui ſont expoſés à l'injure de l'air, & qui ont un talud étant plus ſujets à être dégradés que ceux qui n'en ont point, on ne manquera pas de dire que dans la pratique on fera peu d'attention à l'avantage que je prétend en tirer : l'on prendra là-deſſus le parti qu'on jugera à propos, ce que l'on vient d'enſeigner n'en ſera pas moins vrai.

PROPOSITION

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits des Voutes lorſque ces piés-droits ſont accompagnés de contreforts.

Je ſupoſe qu'il eſt queſtion de conſtruire une Voute dont les piés-droits doivent être ſoutenus par des contreforts; que l'on eſt convenu de la longueur & de l'épaiſſeur de ces contreforts, auſſi-bien que de la diſtance des uns aux autres, & qu'il n'eſt plus queſtion que de ſavoir l'épaiſſeur qu'il faudra donner aux piés-droits, afin qu'étant aidés des contreforts, le tout ſoit en équilibre avec la pouſſée.

Si l'on conſidere la Figure cinquiéme, l'on verra que le point d'apui qui ſoutient tous les efforts de la pouſſée de la Voute n'eſt plus comme ci-devant à l'endroit *Y* de la baſe des piés-droits; mais bien à l'extrêmité *P* de la queuë des contreforts *YPQC*; ce qui montre que la perpendiculaire *PO*, abaiſſée ſur la direction *LO* de la puiſſance, exprime le bras de lévier qui répond à cette puiſſance, cela poſé ayant tiré les autres lignes comme à l'ordinaire, nous nommerons *KA* ou *MZ*, *a*; *ZC* ou *PY*, *b*; *BV*, *c*; *CY*, *d*; *CB* ou *YS*, *y*; ainſi *ML* ou *MN*, ſera $b+c+y$; & *MP*, $a+d$; par conſéquent *NP*, $a+d-b-c-y$, ou bien $f-y$ en ſupoſant $a+d-b-c=f$. FIG. 4. & 5.

Comme le triangle *PON* eſt ſemblable à *LKA*, il s'enſuit que multipliant la ſuperficie du vouſſoir *LGD* (*nn*) par *NP* ($f-y$) on aura $fnn-ynn$ pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voute: * preſentement pour avoir celle de réſiſtance des piés-droits & des contreforts, je conſidére que les contreforts, tels que ceux dont on ſe ſert pour ſoûtenir les Voutes, ont toujours leur ſommet *QC*, terminé en pente, pour faciliter l'écoulement des eaux de pluye; c'eſt pourquoi j'abaiſſe la perpendiculaire *QH* ſur *CY*, & diviſe *CH* en deux également au point *I*, afin d'avoir la ligne *IY*, que nous nommerons *h*; qui étant multiplié par *PY* (*b*), l'on aura *bd* pour la ſuperficie de la coupe du contrefort *PQCY*, que nous ſupoſerons réüni au point *T* milieu de *PY* (comme ſi cette coupe étoit un rectangle) afin d'éviter les petits détails auſquels on ſeroit aſſujetti, ſi l'on vouloit examiner les choſes dans toute leur préciſion; ainſi multipliant *bh* par *PT* ($\frac{b}{2}$), on aura $\frac{bbh}{2}$ pour le produit du poids 4 par ſon bras de lévier *Art. 15

Car nous supposons que la base des contreforts est rectangulaire ; mais comme il faut avoir égard au raport de l'épaisseur des contreforts à leur distance, nous supposerons que ce raport est comme 1 à 2 ; c'est-à-dire par exemple, que si les contreforts ont trois pieds d'épaisseur, ils seront à 6 de distance ; ainsi comme ils occupent un tiers de l'espace qui regnent derriere les piés-droits, il faudra donc diviser $\frac{bbh}{2}$ par trois, afin d'avoir $\frac{bbh}{6}$ pour la résistance des contreforts, comme on l'a expliqué dans l'article 46 du premier Livre.

Delà je passe aux piés-droits YB, dont la superficie, ou si l'on veut le poids 5 est dy, qui étant multiplié par son bras de levier PX $(b+\frac{y}{2})$ l'on aura $bdy+\frac{dyy}{2}$; enfin je multiplie la superficie du voussoir CFB (nn), c'est-à-dire, le poids 6, par son bras de levier PR $(b+y-g)$ & le produit donne $nnb+nny-nng$, qui étant ajouté avec les deux précédens, on aura l'expression de la puissance résistante qui étant comparée avec celle qui agit, donne cette équation dans l'état d'équilibre : $nnf-nny=\frac{bbh}{6}+bdy+\frac{dyy}{2}+nnb+nny-nng$ laquelle étant réduite, il vient $\frac{nnf+nng-nnb}{d}-\frac{bbh}{6d}=\frac{yy}{2}+\frac{2nny}{d}+by$; & supposant $\frac{2nn}{d}+b=p$; on mettra p à la place de sa valeur pour changer le second membre en un quarré parfait, & dégager l'inconnu, afin d'avoir cette derniere équation $\sqrt{\frac{2nnf+2nng-2nnb}{d}-\frac{bbh}{3d}+pp}-p=y$, qui donne ce que l'on demande.

APLICATION.

Supposant le rayon AB de 12 pieds ; AF de 15 ; KA (a) sera toujours de 9 pieds 10 pouces, BV (c) de 2 pieds 2 pouces, & le voussoir LGD (nn) de 56 pieds quarrez ; d'un autre côté nous supposerons que la longueur PY (b) des contreforts est de 5 pieds ; que la hauteur ZP (d) des piés-droits est encore de 15 pieds ; & que CH est égal à HQ ; par conséquent IY sera de 12 pieds 6 pouces. On trouvera aussi que f est de 17 pieds 8 pouces, & p de 12 pieds 6 pouces : cela posé, si l'on fait avec la valeur des lettres les opérations qui sont marquées dans l'équation $\sqrt{\frac{2nnf+2nng-2nnb}{d}-\frac{bbh}{3d}+pp}-p=y$, l'on trouvera que l'épaisseur YS des piés-droits doit être de 3 pieds 1 pouce 5 lignes,

pour qu'aidés des contreforts ils ſoient en équilibre avec la pouſſée de la Voute.

Remarque premiere.

21. Pour connoître l'épargne qu'on peut faire ſur la Maçonnerie, quand on employe des contreforts, il faut ſe reſſouvenir que dans l'Article 13 nous avons trouvé qu'il falloit donner 7 pieds 8 pouces 6 lignes d'épaiſſeur aux piés-droits d'une Voute ſemblable à celle-ci pour être en équilibre avec la pouſſée ; ainſi cette dimenſion étant multipliée par la hauteur 15 des piés-droits, le produit ſera 115 pieds 7 pouces 6 lignes pour l'eſtimation des mêmes piés-droits: preſentement ſi on multiplie auſſi l'épaiſſeur que nous venons de trouver ; c'eſt-à-dire, 3 pieds 1 pouce 5 lignes, par 15, l'on trouvera environ 47 pieds 6 pouces pour l'eſtimation des piés-droits *YB* ; mais comme il faut auſſi faire celle des contreforts, je multiplie leur hauteur réduite *IY*, qui eſt 12 pieds 6 pouces, par la longueur *PY*, de 5 pieds, & je prens le tiers du produit à cauſe que les contreforts n'occupent qu'un tiers de l'eſpace qui regne derriere les piés-droits, & il vient 20 pieds 10 pouces, que j'ajoute avec 47 pieds 6 pouces, pour avoir 68 pieds 4 pouces, qui étant comparés avec 115 pieds 7 pouces 6 lignes, la différence eſt 47 pieds 3 pouces 6 lignes : ce qui fait voir qu'on employera environ deux cinquiéme moins de Maçonnerie, en ajoutant des contreforts tels que nous venons de les ſupoſer, qu'il n'en auroit fallu en n'en faiſant point ; par conſéquent ſi au lieu de donner 5 pieds de longueur aux contreforts, on leur en donnoit 5 pieds & demi, la réſiſtance des piés-droits ſeroit beaucoup au-deſſus de la pouſſée de la Voute, & on épargneroit encore bien de la Maçonnerie ; ou ſi l'on veut on pourroit laiſſer les contreforts comme ils ſont, & donner 3 pieds & demi d'épaiſſeur aux piés-droits, ce qui reviendra à peu près au même.

Remarque ſeconde.

22. On obſervera en paſſant, qu'en reglant la diſtance des contreforts, on ne doit pas trop les éloigner ni leur donner trop de longueur, crainte d'affoiblir l'épaiſſeur des piés-droits, ſi l'on vouloit conſiderer le tout dans l'état d'équilibre ; puiſqu'il faut avoir égard à la liaiſon des matériaux qui ne doivent point dans la pratique être regardés comme abſolument indiſſolubles : je veux dire (par exemple) que ſi l'on s'apercevoit que pour avoir donné trop de longueur aux contreforts, la valeur de *y* ne fut point ſuffiſante pour rendre

les piés-droits d'une épaiſſeur raiſonnable, de ſorte qu'on pourroit craindre que la pouſſée de la Voute fit ſouffler la Maçonnerie entre-deux contreforts, il vaudroit mieux diminuer la longueur des contreforts afin que les piés-droits en devinſſent plus épais; par la même raiſon il eſt plus à propos de partager la Maçonnerie qu'on deſtine à ſoutenir les piés-droits en multipliant les contreforts, que d'en mettre une moindre quantité, & les faire plus épais; je veux dire par exemple que ſi l'on vouloit ſoûtenir une Voute par des contreforts, dont la Maçonnerie occupât un tiers de l'eſpace qui regne entre les piés-droits & la queuë des contreforts, au lieu de faire les contreforts de 6 pieds d'épaiſſeur & de 12 pieds de diſtance de l'une à l'autre, il vaudroit beaucoup mieux ne leur donner que 3 pieds d'épaiſſeur, & les mettre à ſix pieds de diſtance; parce que plus les piés-droits auront de points d'apui, & plus l'ouvrage ſera ſolide; l'on ſent bien que je veux parler des contreforts qui ſont apliqués aux ouvrages de Fortifications; car je n'ignore pas que quand il s'agit de quelqu'autre édifice, où il faut que la décoration & la ſolidité ſoient de concert (comme par exemple aux Egliſes) il n'eſt pas toujours libre de déterminer la diſtance des contreforts, puiſqu'il faut avoir égard à la largeur des croiſées qui ſont pratiquées entre-deux, & aux endroits de la Voute qui doivent être arboutés préférablement à d'autres, parce que dans ces ſortes d'édifices les Voutes n'agiſſent point par tout également, leur pouſſée ſe réüniſſant à certains points, qui indiquent d'eux-mêmes la poſition des contreforts.

Remarque troiſiéme.

23. On peut encore remarquer que la pouſſée d'une Voute augmente ou diminue ſelon que le point d'apui P, eſt éloigné du point S, extrêmité de la perpendiculaire BS; car ſi l'on ſe rapelle que cette pouſſée dépend du produit de la peſanteur relative du vouſſoir LGD par la perpendiculaire PO, l'on verra que plus le point d'apui P ſera éloigné de S, plus la perpendiculaire PO ſera racourcie; ainſi plus la baſe des piés-droits aura de largeur & moins il faudra de réſiſtance pour ſoûtenir la pouſſée: que s'il arrivoit que le point d'apui P fut tellement éloigné de S que la ligne de direction LO paſſat par le point P, c'eſt-à-dire, que les points O & P fuſſent confondus, alors l'action du vouſſoir LGD ne feroit aucun effet ſur le pié-droit: car la ligne MP deviendroit zéro, & zéro multiplié par nn, ne peut donner que zéro.

Remarque quatriéme.

24. Puiſque tous les points d'apui qui ſoutiennent la pouſſée d'une Voute ſe rencontrent poſitivement ſous la queuë des contreforts, on voit qu'en conſtruiſant les fondemens on ne ſauroit les faire trop ſolides en ces endroits-là; c'eſt pourquoi je voudrois qu'ils fuſſent compoſés des plus gros quartiers de pierres poſées ſur deux rangs de madriers, quand même le terrain ſur lequel on voudroit aſſeoir la Fondation paroîtroit ferme; puiſqu'il n'y a point à douter que la Voute, ſi elle eſt maſſive, ne cauſe par ſa pouſſée quelque affaiſſement à l'extrêmité des contreforts: il paroit même que pour plus de ſûreté on ne feroit pas mal de faire les fondemens des contreforts d'un pied & demi ou deux pieds plus longs que les contreforts mêmes, donnant auſſi beaucoup de retraite ſur les côtés, afin d'avoir de grands empatemens, qui allongent le bras de levier & fortifient le point d'apui. J'ai vû un Magaſin à poudre dont la Voute s'eſt fenduë des deux côtés au milieu des reins depuis un pignon juſqu'à l'autre peu de tems après avoir été bâti, quoique les dimenſions des piés-droits & des contreforts fuſſent beaucoup au-deſſus de celles qu'il auroit fallu pour en ſoutenir la pouſſée & que la Maçonnerie fut fort bonne; ayant examiné de quelle part cela pouvoit provenir, je me ſuis aperçû que le terrain au-deſſus des fondemens de la queuë des contreforts avoit flêchi, au lieu que cela ne feroit pas arrivé ſi l'on avoit mis deux ou trois bons madriers l'un ſur l'autre pour aſſurer le point d'apui.

Les Ingenieurs qui ont beaucoup d'experience ſentiront mieux que perſonne la conſéquence de cette remarque, non-ſeulement au ſujet des contreforts, mais encore pour tous les autres fondemens qui doivent ſervir de point d'apui: auſſi voit-on que M. de Vauban en fortifiant le neuf Briſack a aſſuré le bord des fondemens de tous les revêtemens de Maçonnerie par un rang de madriers qui regne le long du pourtour de chaque ouvrage.

De la maniere de trouver l'épaiſſeur des piés-droits des Voutes ſurbaiſſées, en tiers-points, en plate-Bande, & celle des culées des Ponts de Maçonnerie.

JE crois avoir ſuffiſamment expliqué les Voutes en plein ceintre dans le Chapitre précédent pour n'en plus faire mention ; c'eſt pourquoi je vais examiner dans celui-ci celles que l'on nomme *ſurbaiſſées* ou *Elliptiques*, les autres qu'on apelle *Gotiques*, ou en *tiers-points*, enfin celle que l'on nomme *plate-Bande*, parce qu'elles ne font aucune courbure ſenſible étant plates comme un *plat-fond.* Cependant comme les Voutes ſurbaiſſées dont nous allons parler ſeront ſupoſées parfaitement Elliptiques, & non point tracées par des portions de cercle comme font la plûpart des Ouvriers, il eſt bon avant toutes choſes de prévenir le lecteur de quelque proprieté des Sections Coniques, auſquels nous ſerons obligé d'avoir recours, afin de ne rien ſupoſer dont on n'aperçoive ſur le champ les raiſons; ainſi on fera bien de s'apliquer à ce qui ſuit.

Principes tirés des Sections Coniques.

PLAN. 5. FIG. 7.

25. Il eſt démontré dans les Sections Coniques que ſi l'on méne une ordonnée GH au grand axe AB d'une Ellipſe, le rectangle compris ſous AG & GB eſt au quarré de GH, comme le quarré de AF eſt au quarré de FD : ainſi nommant AF, a ; FD, b ; GF, x ; GH, y, on aura $aa - xx. y :: aa. bb$.

Second principe.

V. le C. art. 436.

26. Il eſt auſſi démontré que ſi l'on fait FI troiſiéme proportionnelle à FG & à FA, tirant la ligne HI, elle ſera tangente au point H, ce qui donne $FI = \frac{aa}{x}$, d'où l'on tire $IG = \frac{aa - xx.}{x}$

Troiſiéme Principe.

27. Si au point *H*, où une tangente *HI* touche l'Ellipſe, on éleve une perpendiculaire *HK* qui aille rencontrer l'axe *AB* au point *K*, je dis que *FG* eſt à *GK* comme le quarré de *AF* eſt au quarré de *FD*, ou ce qui revient au même, comme le rectangle de *AG* par *GB* eſt au quarré *GH*.

Pour le prouver conſiderez que les triangles *IGH* & *GHK*, ſont ſemblables, par conſéquent *IG* $(\frac{aa-xx}{x})$, *GH* (yy) :: *GH* (y); *GK* $\frac{(yy)}{\frac{aa-xx}{x}}$; ou ce qui eſt la même choſe $\frac{yyx}{aa-xx}$; comme nous avons l'expreſſion de *KG*, il n'eſt donc queſtion que de prouver que *GF* (x) eſt à *GK* $(\frac{yyx}{aa-xx})$ comme le rectangle de *AG* par *GB* $(aa-xx)$ eſt au quarré de *GH* (yy), ce qui eſt bien évident, puiſque le produit des extrêmes & celui des moyens donnent l'un & l'autre *yyx*; car on remarquera que c'eſt multiplier le ſecond terme *yyx* par *aa*—*xx* que de ne le pas diviſer par la même quantité.

Comme les proprietés de l'Ellipſe ſont toujours les mêmes, ſoit que la tangente aille rencontrer le grand axe *AB* prolongé, ou le petit axe *DE* auſſi prolongé, l'on verra par une démonſtration ſemblable à la précédente, que ſi la perpendiculaire élevée ſur la tangente *IO* alloit rencontrer le petit axe *ED* au point *L*, l'on auroit encore le quarré de *EF* eſt au quarré de *AF* comme la coupée *MF* eſt à la ligne *ML*.

COROLLAIRE PREMIER.

28. Il ſuit du premier principe que quand on connoîtra les deux diamétres *AB* & *EB* d'une Ellipſe, & la diſtance du centre *F* au point *G* où on aura menée une ordonnée *GH*, l'on connoîtra toujours la valeur de cette ordonnée en nombre, en diſant ſi le quarré du demi-diametre *AF* donne tant pour le quarré du diamétre *FD*, que donnera la différence du quarré de *AF* au quarré *FG* pour le quarré *GH* que l'on cherche? lequel étant trouvé, on n'aura qu'à en extraire la racine quarrée, qui ſera la perpendiculaire *GH*.

COROLLAIRE SECOND.

29. Il ſuit auſſi du troiſiéme principe que ſi on avoit beſoin de

connoître la valeur de la partie *ML*, compriſe entre l'ordonnée *HM* & la perpendiculaire *HL* élevée à l'extrêmité de la tangente *IH*, on n'aura qu'à dire ſi le quarré *EF* donne le quarré *FB*, que donnera la ligne *FM* pour la valeur de la ligne *ML*; ce qu'on trouvera en faiſant la regle.

Remarque.

FIG. 6. 30. Comme l'on ne parvient avec le ſecours de l'Algebre à la connoiſſance des grandeurs que l'on cherche, que par le moyen de celles que l'on connoît déja, il faut néceſſairement pour déterminer l'épaiſſeur des piés-droits qui ſoutiennent les Voutes Elliptiques, connoître certaines lignes qu'on ne peut avoir que mécaniquement (c'eſt-à-dire) en traçant une demi-Ellipſe ſemblable à celle dont on veut faire la Voute; & comme les Ellipſes en pareil cas ne ſauroient être trop grandes, afin d'avoir ce que l'on demande avec plus de préciſion; voici comme on s'y prendra.

Ayant tracé ſur le parquet d'une Chambre ou ſur une grande Table une ligne *AB* de 5 à 6 pieds de longueur, pour ſervir de grand axe, on la diviſera en deux également au point *D*, & à ce point on élevera la perpendiculaire *DC* dont la longueur doit avoir le même raport avec la ligne *AB* que la hauteur de la Voute dans œuvre qu'on ſe propoſe de faire, aura avec ſa largeur: enſuite il faut tirer les lignes *CE* & *EF*, en ſorte qu'elles ſoient chacune égales à la moitié du grand axe *AB*, afin d'avoir les points *E* & *F*, qui ſeront les foyers de l'Ellipſe: après cela, l'on aura de la ficelle bien fine & bien unie ou un cordon de ſoye, & on prendra dans cette ficelle une longueur qui ſoit parfaitement égale à l'axe *AB*, on attachera les deux extrêmités de cette longueur aux points *E* & *F*, & on ſe ſervira d'un poinçon pour tenir la ficelle tendue, avec lequel on tracera en même tems la courbe *AGHB* en allant du point *A* au point *C*, & du point *C* au point *B*; car l'on entend bien que cette ficelle doit gliſſer autour du poinçon *G*, & qu'elle doit être toujours également tenduë: cette maniere de tracer l'Ellipſe eſt la plus commode que je ſache; j'ai jugé à propos de la rapporter ici, quoiqu'elle ſoit aſſez connuë, mais ce n'eſt point un mal de rendre les choſes préſentes quand on rencontre les occaſions d'en faire uſage.

L'Ellipſe étant tracée, il faut faire une échelle & avoir égard à la
FIG. 6. quantité des pieds qu'on veut donner de largeur à la Voute; ſi c'eſt par exemple 24 pieds, je diviſe la ligne *AB* en quatre parties égales & une de ces parties étant diviſée en pieds, pouces & lignes, on connoîtra la valeur des lignes qu'on ſera obligé de tracer dans l'Ellipſe

Ellipſe. Par exemple ſi on avoit quelque raiſon pour abaiſſer du point H, pris ſur la courbe la perpendiculaire HI, à l'axe AB, on pourra avec l'échelle trouver la valeur de la coupée DI, & de l'ordonnée IH, en pieds, pouces & lignes auſſi exactement qu'on peut le déſirer dans la pratique. Nous allons faire uſage de tout ceci.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits d'une Voute Elliptique.

31. Comme la pouſſée d'une Voute ſe fait toujours ſelon les directions des tangentes menées à la courbe qu'elle forme il faut commencer par diviſer le quart d'Ellipſe BD, en deux également au point L, pour mener à ce point la tangente LO, & ſur l'extrêmité L, la perpendiculaire LA, qui étant prolongée juſqu'en F, partagera comme à l'ordinaire la demi-Voute en deux parties à peu-près égales, alors la ligne FA, pourra être regardée comme le plan incliné ſur lequel agit le vouſſoir $FGDL$, & la ligne OL, comme la direction de la puiſſance qui ſeroit en équilibre avec l'action du même vouſſoir; on ſera peut-être ſurpris que cette direction ne ſoit pas perpendiculaire ſur le milieu du joint FL, comme dans les problêmes précédens; mais comme il falloit néceſſairement qu'elle répondit au point L, pour avoir les lignes LK, LV, KA, nous avons été obligé d'en uſer ainſi, afin d'agir avec plus de préciſion; mais nous y aurons égard dans l'application; ainſi ſupoſant les autres lignes tirées comme ci-devant, nous nommerons LK, a; KA, b; LA, c; BV, d; BS, f; MP, g; ZB, y; & le vouſſoir CG, ou CE, nn. FIG. 8.

Cela poſé je conſidere que les triangles LKA, & LMN, étant ſemblables donnent $AK\,(b)$, $LK\,(a) :: LM\,(y+d)$, $MN\,(\frac{ay+ad}{b})$ par conſéquent NP ſera $\frac{gb-ad-ay}{b}$, & comme les triangles LKA & NOP, ſont encore ſemblables on aura auſſi $LA\,(c)$, $AK\,(b) :: NP\,(\frac{gb-ad-ay}{b})$, $PO\,(\frac{gb-ad-ay}{c},)$ qui donne l'expreſſion du

bras de lévier PO, preſentement pour avoir l'expreſſion de la puiſſance O, je conſidere que la peſanteur abſolue du vouſſoir LGD, eſt à ſon effort ſur le joint FL, comme LK (a), eſt à LA (c), & qu'ainſi il faudra multiplier $\frac{cnn}{a}$ par le bras de lévier PO, qui donne $\frac{gbnn}{a} - nnd - nny$ pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voute par raport au point d'apui P, d'un autre côté pour avoir celle de la réſiſtance du pié-droit PB, jointe au vouſſoir FB, je multiplie le rectangle PB (fy) par PT ($\frac{y}{2}$) & la ſuperficie du vouſſoir FB (nn) par le bras de lévier PS (y); (car je ſupoſe que la ligne de direction tirée du centre de gravité Q, tombe à peu près au point S, ce vouſſoir étant beaucoup plus incliné que dans la Voute en plein ceintre) ainſi ajoutant ces deux produits enſemble pour les comparer avec la pouſſée de la Voute, il vient cette équation $\frac{gbnn}{a} - dnn - nny = \frac{fyy}{2} + nny$, laquelle étant réduite, diviſée par f, & multipliée par 2, il vient $\frac{2gbnn}{af} - \frac{2dnn}{f} = yy - \frac{4nny}{f}$: or changeant le ſecond membre en un quarré parfait, & dégageant l'inconnu, on aura $\frac{2gbnn}{af} - \frac{2dnn}{f} + \frac{4n^4}{ff} - \frac{2nn}{f} = y$; qui donne ce que l'on cherche.

APLICATION.

Pour raporter le Probléme précédent à la pratique, il faut commencer par tracer une grande Ellipſe comme on l'a enſeigné dans l'Article 36. Enſorte que les deux demi axes ſoient dans la raiſon des lignes HB & HD; par exemple ſi la largeur de la Voute dans
FIG. 8. œuvre étoit de 24 pieds, & que la hauteur DH, fut les deux tiers de cette même largeur, BH ſeroit de 12 pieds, & DH de huit: or diviſant un quart de cette Ellipſe en deux également, on abbaiſſera du point de diviſion une perpendiculaire comme LV, dont il ſera aiſé de connoître la valeur par le moyen de l'échelle auſſi-bien que de la ligne VH ou LK, ayant donc fait moi-même ce que je viens de dire, j'ai trouvé que LV ou KH, étoit de 6 pieds 3 pouces, & que LK ou VH, étoit de 7 pieds 6 pouces, & comme il falloit auſſi connoître KA, j'ai dit ſelon l'Article 29, comme le quarré de DH eſt au quarré de HB, de même la ligne KH eſt à la ligne KA, que j'ai trouvé de 14 pieds 9 lignes.

La Voute étant ſupoſée de 3 pieds d'épaiſſeur, pour avoir la ſuperficie des vouſſoirs *FD* ou *FB*, j'ai cherché celle de la grande & la petite Ellipſe,* & ayant retranché l'une de l'autre, j'ai pris la huitiéme partie de la différence qui m'a donné 27 pieds; ainſi ſupoſant la hauteur du pié-droit de 15 pieds, on aura la valeur de toutes les lettres qui ſe trouvent dans l'équation précédente, puiſque *LK* (*a*) ſera de 7 pieds 6 pouces, *KA* (*b*) de 14 pieds 9 lignes, *BV* (*d*) de 4 pieds 6 pouces, *ZP* (*f*) de 15 pieds, *MP* (*g*) de 21 pieds 3 pouces; à quoi il faut ajoûter la moitié de l'épaiſſeur de la Voute pour avoir 22 pieds 9 pouces, & *CG* (*m*) de 27 pieds, ainſi ayant fait les mêmes operations avec les nombres que celles qui ſont indiquées dans la derniere équation, j'ai trouvé que *y* c'eſt-à-dire l'épaiſſeur des piés-droits devoit être de 8 pieds 8 pouces.

La tangente LO *donnant un bras de levier* OP *plus court que ſi la ligne de direction de la puiſſance étoit perpendiculaire ſur le milieu du joint* FL, *comme eſt par exemple* CX, *j'ai augmenté la valeur de la ligne* MP, *de la moitié de l'épaiſſeur de la Voute, afin que le bras de lévier* PO, *ſe trouvant allongé de la ligne* XO *égal à* CL, *cette ſolution répondit à peu-près aux autres précédentes.*

Remarque premiere.

32. On voit que les Voutes ſurbaiſſées ont plus de pouſſée que celles qui ſont en plein ceintre; car comme l'angle *OLV* formé par la ligne de direction *OL* & la perpendiculaire *LV*, eſt plus grand que dans les profils précédens, il arrive que le bras de lévier *PO*, ſe trouve allongé ce qui doit augmenter la force de la puiſſance agiſſante, or comme plus le demi axe *DH*, ſera petit eû égard à l'autre *HB*, plus le bras de levier *PO* augmentera: il s'enſuit que plus une Voute eſt ſurbaiſſée & plus elle a de pouſſée.

PLAN. 5. FIG. 8.

Remarque ſeconde.

33. Il eſt bon d'obſerver auſſi que les vouſſoirs qui compoſent une Voute ſurbaiſſée devant avoir neceſſairement pluſieurs centres, cette Voute n'eſt pas à beaucoup près, ſi forte que celle en plein ceintre, parce que dans cette derniere, l'effort de tous les vouſſoirs ſe réuniſſant à un ſeul point, ils ſe fortifient mutuellement, & ſont capables de mieux ſoutenir l'action de quelque grand fardeau ou de quelque choc violent, comme ſeroit celui des bombes; ainſi quand il eſt queſtion des ſouterains qu'on veut mettre à

*V. le C. art. 574.

l'épreuve, il n'y a point de Voute qui convienne mieux que celle en plein ceintre.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

Trouver quelle épaiſſeur il faut donner aux piés-droits des Voutes en tiers-points pour être en équilibre avec la pouſſée des mêmes Voûtes.

PLAN. 6. FIG. 1.

34. L'on ſait que la Voute en tiers-point ou Gothique, étant formée par deux arcs de cercle égaux, cette Voute doit avoir néceſſairement deux centres, dont la poſition dépend de l'élevation qu'on veut lui donner : par exemple ſi la ligne *BI*, détermine la largeur de la Voute, les centres peuvent être aux points *B* & *I*, ou à quelqu'autre points *G* & *H*, également éloignés du milieu *A* : quand on prend les points *B* & *I* pour centre, la largeur *BI*, devient le rayon avec lequel on décrit les deux arcs, & alors la Voute eſt auſſi élevée qu'on a coutume de la faire quand il s'agit d'une Egliſe ou de quelque bâtiment civil; mais s'il eſt queſtion d'un Magaſin qu'on veut mettre à l'épreuve de la bombe, on ſe garde bien de lui donner tant d'élévation, parce qu'elle ſeroit trop foible. La maniere la plus convenable eſt de diviſer les lignes *AI* & *AB*, en deux parties égales aux points *H* & *G* pour avoir les centres ſervant à décrire les arcs *BD* & *DI* avec les rayons *HB* & *GI*; ainſi ſupoſant que la Voute ſur laquelle nous allons opérer, ait été tracée de cette maniere, on diviſera l'arc *BCD* en deux également au point *C*, enſuite on tirera les rayons *HF*, *HT*, la corde *BD*, & les autres lignes comme à l'ordinaire.

Ayant nommé *LK a*; *KQ b*; *LQ c*; *BV d*; *ZP f*; *MP g*; *ZB y*; *ML* ſera $y+d$; cela poſé, remarquez que les triangles *LKQ* & *LMN* étant ſemblables, l'on aura *KQ* (b), *KL* (a) :: *LM* ($d+y$) *MN* ($\frac{af+ay}{b}$), ainſi la ligne *NP* ſera $\frac{bg-ad-ay}{b}$: & comme le triangle *LKQ* eſt auſſi ſemblable à *NOP*, on aura encore *LQ* (c), *KQ* (b) :: *NP* ($\frac{bg-ad-ay}{b}$, *PO* ($\frac{bg-ad-ay}{c}$).

Preſentement faites attention que dans le triangle rectangle *LKQ* le côté *LK*, peut exprimer la peſanteur abſolue du vouſſoir

LDT, puiſque la ligne de direction tirée de ſon centre de gravité eſt coupée en angle droit par le côté ; de même la ligne de direction *OL* de la puiſſance *O*, étant perpendiculaire ſur le côté *LQ*, il exprimera l'effort du vouſſoir ſur le joint *FC* : ainſi nommant *nn*, la ſuperficie de ce vouſſoir, ſon effort ſera encore $\frac{cnn}{a}$, qui étant multiplié par le bras de lévier *PO*, l'on aura $\frac{bgnn}{a} - dnn - nny$, pour la pouſſée de la Voute par raport au point d'apui *P* : d'un autre côté ſi l'on ſupoſe que la ligne de direction tirée du centre de gravité du vouſſoir *LFB* vient tomber au point *S*, afin de rendre le calcul plus ſimple, la réſiſtance du pié-droit joint au vouſſoir qui lui répond, ſera exprimée comme ci-devant par $\frac{fvv}{2} + nny$, qui étant comparé avec la pouſſée de la Voute, l'on aura dans l'état d'équilibre $\frac{bgnn}{a} - dnn - nny = \frac{fvv}{2} + nny$, d'où on tirera comme à l'ordinaire $\sqrt{\frac{2lgnn}{af} - \frac{2dnn}{f} + \frac{4n^4}{ff}} - \frac{2nn}{f} = y$.

APLICATION.

Pour raporter ce Probléme à la pratique, nous ſupoſerons que la ligne *BI* eſt de 24 pieds : cela étant *HB* ou *HD* ſera de 18 pieds, & *AH* de 6, ainſi dans le triangle rectangle *ADH* dont on connoît deux côtés, il ſera aiſé de connoître l'angle *AHD*, qu'on trouvera de 70 dégrés 30 minutes, dont la moitié ſera pour l'angle *LHV* du triangle rectangle *LVH* duquel l'on connoît le côté *LH*, car la Voute ayant trois pieds d'épaiſſeur, ce côté ſera de 19 pieds & demi ; ainſi comme nous avons un triangle rectangle dans lequel on connoît deux angles & un côté, on trouvera par le calcul ordinaire que *LV* eſt de 11 pieds 3 pouces, & *VH* d'environ 16 pieds, d'où retranchant *AH* de ſix, il en reſtera 10 pour *VA* ou *LK* : ainſi connoiſſant un des côtés du triangle rectangle *LKQ* avec l'angle aigu *LQK* (puiſqu'il eſt complement de l'angle *AHQ*) on trouvera que le côté *KQ* eſt à peu-près de 7 pieds, de ſorte que ſi l'on ſupoſe que la hauteur du pié-droit eſt encore de 15 pieds, on aura la valeur de toutes les lettres excepté *nn* ; car *LA* (*a*) ſera de 10 pieds *KQ* (*b*) de 7, *BV* (*d*) de 2, *ZP* (*f*) de 15, à quoi ajoutant *LV* ou *MZ*, qu'on a trouvé de 11 pieds 3 pouces, on aura 26 pieds 3 pouces pour *MP* (*g*).

Comme il nous reſte à trouver la valeur de *nn*, je cherche la ſuperficie des cercles qui auroient pour rayon *HB* & *HE*; c'eſt-à-dire 18 & 21 pieds, & après les avoir trouvé j'en prend la différence qui eſt 368 pieds quarrés qui eſt la valeur de la couronne, dont la ſuperficie du vouſſoir *LDT* fait partie. Or pour avoir cette partie, je dis, comme 360 dégrés, valeur de la circonférence du cercle eſt à 35 dégrés 15 minutes, valeur de l'arc *FT*; ainſi 368 pieds difference de deux cercles, eſt à la ſuperficie *CFTD*, qu'on trouvera de 35 pieds 9 pouces 4 lignes; faiſant les operations indiquées dans l'équation $\frac{2bgnn}{af} - \frac{2dnn}{f} + \frac{4n4}{ff} - \frac{2nn}{f} = y$. On trouvera que la valeur de *y*; c'eſt-à-dire l'épaiſſeur des piés-droits, doit être de 5 pieds 3 pouces.

Quoique la perpendiculaire *AX* & le rayon *HT* ſe coupent au point *D* & forme l'angle *TDX*, qui comprend un petit eſpace qui rend le vouſſoir ſuperieur *LX* plus grand que l'inferieur *LEB*, je n'ai pas laiſſé que de les conſiderer égaux, parce que la difference eſt trop peu de choſe pour y avoir égard dans la pratique.

Remarque premiere.

35. On remarquera que les Voutes en tiers-points ont beaucoup moins de pouſſée que celles qui ſont en plein ceintre, parce que la ligne de direction *OL* de la puiſſance qui ſoutiendroit le vouſſoir *LTD*, faiſant un plus petit angle avec la verticale *LV*, que dans la Voute en plein ceintre, il faut néceſſairement que le bras de lévier *PO*, ſoit plus court que ſi la Voute étoit moins élevée, tellement qu'on peut dire que plus le raïon *HB* de l'arc *BD* ſera grand, & moins il faudra donner d'épaiſſeur aux piés-droits.

Remarque ſeconde.

36. Si les Voutes en tiers-points ou les ſurbaiſſées avoient leurs extradoſes dirigées en pente, on trouvera toujours l'épaiſſeur de leurs piés droits comme on a fait dans l'Article 13, puiſque les opérations ne differeront en rien de celles qu'on vient de voir dans les deux propoſitions précédentes, il n'y aura ſeulement que la ſeule expreſſion *nn* du vouſſoir qui pourra valoir un plus grand nombre de pieds quarrés.

De même ſi on vouloit que les piés-droits de ces deux eſpeces de Voutes fuſſent accompagnés de contreforts, on ſuivra ce qui

a été enſeigné dans l'Article 20 n'ayant pas jugé à propos de répeter ce qui a été dit à ce ſujet pour ne point ennuyer.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits qui ſoûtiendroient une Plate-Bande.

37. La premiere choſe dont il faut être prévenu, eſt que pour avoir la coupe des clavaux qui doivent compoſer une plate-Bande, on trace un triangle équilatéral *ALF* ſur la ligne *LF* qui exprime la largeur de la plate-Bande, enſuite on diviſe cette largeur en autant de parties égales, qu'on voit à peu-près qu'elle doit contenir de clavaux, & du point *A* comme centre on tire des lignes qui paſſent par chaque point de diviſion, leſquelles allant rencontrer *GI*, marquent la figure & la grandeur des clavaux : ainſi ſupoſant que la plate-bande *DEFL* air été conſtruite de la façon que je viens de dire, nous en prendrons la moitié *DCKL*, pour être conſiderée comme une ſeule pierre qui faiſant l'effet d'un coin dont les faces ſeroient *DA* & *CA*, agit contre le point *L*, pour renverſer le pié-droit *MS* ; c'eſt pourquoi il faut abbaiſſer au point *L* la perpendiculaire *LO* ſur *DA*, pour avoir la ligne de direction de la puiſſance qui ſoutiendroit l'effort de la demi platte-Bande *DK*, & alors la perpendiculaire *PO* ſera comme à l'ordinaire le bras de lévier de cette puiſſance ; pour en avoir l'expreſſion nous nommerons *LK a* ; par conſéquent *LA* ſera 2*a* puiſqu'à cauſe du triangle équilateral *LA* eſt double de *LK*, d'un autre côté *KA* ſera nommé *b* ; *LM*, *y* ; *MP*, *f* ; & la ſuperficie *LDCK*, *nn* ; cela poſé, remarquez qu'à cauſe de l'angle droit *OLA*, les trois triangles *AKL*, *LMN*, *NOP*, ſont ſemblables ; ainſi $KA(b)\ KL(a) :: LM(y)\ MN(\frac{ay}{b})$ par conſéquent *NP* ſera $\frac{fb-ya}{b}$ d'où l'on tire $AL(2a)\ AK(b) :: PN(\frac{fb-ay}{b}).\ PO$ $(\frac{fb-ay}{2a})$.

PLANCH. 6. FIG. 2.

Si l'on fait attention que la peſanteur abſolue de la demi-plate-Bande *LDCK*, eſt à l'effort qu'elle fait contre le pié-droit comme *LK* eſt à *LA*, l'on verra que *LA* étant double de *LK*, l'effort que ſoûtient la puiſſance *O* doit être exprimée par 2*nn* ; c'eſt pourquoi

multipliant cette quantité par le bras de lévier PO, l'on aura (après la réduction) $\frac{bfnn}{a} - nny$, pour l'expreſſion de la pouſſée de la plate-Bande par raport au point d'apui P, qui étant comparé à la réſiſtance des piés-droits ; c'eſt-à-dire, à $\frac{fyy}{2}$, l'on aura $\frac{bfnn}{a} - nny = \frac{fyy}{2}$ dans l'état d'équilibre ; ou bien $\frac{2bnn}{a} = yy + \frac{2nny}{f}$ après avoir multiplié par 2, & diviſé par f: or ſi l'on change le ſecond membre en un quarré parfait, & qu'on dégage enſuite l'inconnu, il viendra $\frac{\sqrt{2bnn}}{a} + \frac{nn}{ff} - \frac{nn}{f} = y$.

APLICATION.

Supoſant que la hauteur $LS(f)$ des piés-droits ſoit de 15 pieds, que la largeur LF de la Voute ſoit de 24, & ſon épaiſſeur CK de 3, on verra que LK (a) eſt de 12 pieds, KA (b) de 20 pieds 9 pouces 4 lignes, & la ſuperficie $LDCK$ (nn) de 38 pieds 3 pouces quarrés, ainſi faiſant les opérations qui ſont indiquées dans la derniere équation, elles donneront 9 pieds 2 pouces pour la valeur de y ; c'eſt-à-dire pour l'épaiſſeur des piés-droits.

Remarque.

38. La plate-Bande eſt de toutes les Voutes celle qui a le plus de pouſſée, & qui a le moins de force ; c'eſt pourquoi elle n'eſt pas d'uſage pour les Fortificarions, ne s'employant gueres que dans les grands édifices & avec des dépenſes conſiderables à cauſe des barres de fer dont on ſe ſert pour ſoulager les piés-droits, & pour lier les clavaux enſemble.

S'il s'agiſſoit de quelque Porte-Cochere, il faut pour empêcher que la plate-Bande ne porte tout le poids du mur qui ſeroit élevé deſſus, faire un arc de décharge qui ſoit appuyé ſur les piés-droits.

PROPOSITION

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

La peſanteur de la clef d'une Voûte en plein ceintre étant déterminée, on demande de combien il faut augmenter celle de chaque Vouſſoir, pour qu'ils ſe ſoutiennent tous d'eux-mêmes en équilibre.

39. Nous avons fait voir dans l'article 1. que tous les vouſſoirs qui compoſent une Voûte avoient plus ou moins de pouſſée ſelon qu'ils étoient plus près ou plus éloignés de la clef, & que cette pouſſée allant toujours en diminuant à meſure que les plans ſur leſquels ces vouſſoirs agiſſoient, étoient moins inclinés à l'horiſon, les vouſſoirs ſupérieurs ne manqueroient pas d'écarter ceux qui ſont immédiatement au-deſſous, s'ils n'étoient entretenus par du mortier; cependant comme ce ſeroit un avantage pour la ſolidité des édifices que tous les vouſſoirs qui compoſent une Voûte ne fiſſent pas plus d'effort les uns que les autres, juſqu'à pouvoir ſe ſoûtenir d'eux-mêmes par leur propre poids, ſans le ſecours d'aucune matiere étrangere, M. de la Hire a cherché de combien il falloit augmenter leur peſanteur au-deſſus de celle de la clef, pour gagner par leurs propres poids la force qu'ils avoient de moins par leur ſituation, & comme ce Problême eſt aſſez curieux, j'ai crû qu'on ſeroit bien aiſe que je le raportaſſe ici. FIG. 3. & 4.

Ayant une Voûte en plein ceintre *ABC*, compoſée de pluſieurs vouſſoirs égaux, ſi par le ſommet *B* de la clef, on tire la ligne *BO* perpendiculaire au rayon *GB*, qu'on prolonge juſqu'à la rencontre de *BO*, tous les rayons qui répondent aux lits des vouſſoirs *P*, *Q*, *R*, *S*, &c. Je dis que tous ces vouſſoirs ſeront en équilibre ſi leur péſanteur abſolue eſt exprimée par les lignes *HK*, *KL*, *LM*, *MN*, &c.

Pour le prouver, remarquez que les trois puiſſances qui appartiennent au vouſſoir *P*, ſont exprimées par les côtés du triangle *GHK*; que celles qui appartiennent au vouſſoir *Q*, le ſont par ceux du triangle *GKL*; ainſi des autres vouſſoirs *R* & *S*, dont les puiſſances ſeront toujours repreſentées par les côtés des triangles où ils ſont renfermés, puiſque les directions de ces puiſſances ſeront perpendiculaires aux côtés des triangles ou à leurs parties prolongées: or ſi la peſanteur du vouſſoir *P* eſt exprimée par la ligne *HK*, & celle du vouſſoir *Q* par la ligne *KL*, il eſt certain qu'ils ſeront en équilibre, puiſque la ligne *KG* qui eſt un côté commun aux trian- PLANCH. 6. FIG. 3.

gles qui apartiennent aux vouſſoirs *P* & *Q*, exprime en même-tems la force avec laquelle le vouſſoir *P* pouſſe le vouſſoir *Q*, & celle avec laquelle le premier eſt repouſſé par le ſecond; de même ſi la peſanteur du vouſſoir *R* eſt exprimée par *LM*, il ſera auſſi en équilibre avec le vouſſoir *Q*, le ſupérieur pouſſant l'inférieur avec la même force dont il eſt repouſſé, puiſque cette force eſt exprimée de part & d'autre par la ligne *GL* qui eſt auſſi un côté commun aux triangles qui apartiennent aux vouſſoirs *Q* & *R*. Enfin ſi la peſanteur du vouſſoir *S* eſt exprimée par *MN*, l'on verra par un ſemblable raiſonnement qu'il ſera en équilibre avec le vouſſoir *P*, puiſque ces deux vouſſoirs agiront l'un ſur l'autre avec la même force *GM*: à l'égard du vouſſoir *T* qui répond au pié-droit, ſa peſanteur ne peut pas être déterminée, les lignes *BO* & *GC* étant paralelles ne ſe rencontreront jamais, ce qui montre que ce vouſſoir doit être d'une peſanteur infinie pour réſiſter à l'effort de tous les autres dans le cas où il pourroit gliſſer ſur un plan infiniment poli; mais comme dans la pratique il n'eſt pas queſtion de ces ſortes de plans & qu'au contraire il ſe rencontre toujours beaucoup de frottement, il ſuffit de donner à ce vouſſoir le plus de peſanteur qu'il eſt poſſible.

L'on remarquera que les différentes peſanteurs des vouſſoirs peuvent être exprimées par la différence des tangentes des angles que font les joints en commençant au milieu de la clef, puiſque les lignes *KL*, *LM*, *MN*, qui expriment la peſanteur des vouſſoirs *P*, *Q*, *R*, *S*, marquent la différence des tangentes des angles *BGK*, *BGL*, *BGM* & *BGN*. Or comme on a la valeur de tous ces angles, par la diviſion qu'on a faite du demi-cercle, il s'enſuit qu'ayant leur tangentes dans les tables des Sinus, ſi l'on en prend les différences, l'on aura des nombres qui exprimeront les raports de la peſanteur des vouſſoirs; ainſi connoiſſant la peſanteur de la clef, on pourra (par la regle de proportion) connoître celle de chaque vouſſoir, afin de voir combien il faudra les faire plus longs les uns que les autres; c'eſt-à-dire, combien il faudra leur donner plus de queue pour qu'ils faſſent à peu-près le même effort. Je dis à peu près; car comme on employe ordinairement du mortier pour les entretenir, il n'eſt pas néceſſaire d'obſerver une proportion bien exacte dans le raport de leur peſanteur, il ſuffit ſeulement d'y avoir égard quand on veut faire des édifices ſolides.

PROPOSITION CINQUIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver quelle eſt la courbe qu'il conviendroit de donner à une Voûte, pour que tous les vouſſoirs étant égaux en peſanteur, ſoient en équilibre.

40. Si l'on tire ſur un plan vertical une ligne *AB* paralelle à l'horiſon, & qu'à deux points *C* & *D*, pris dans cette ligne, l'on attache les extrêmités d'une chaîne compoſée de petits couplets & qu'on leur laiſſe la liberté de prendre la ſituation qui leur convient, je dis qu'ils compoſeront tous enſemble une courbe *CFD*, dont la figure repreſente celle qu'il faudroit donner à une Voûte, pour que tous les vouſſoirs ſoient en équilibre quoiqu'égaux en peſanteur. FIG. 7.

Si l'on diviſe la ligne *CD* en deux parties égales au point *E*, & qu'on abaiſſe la perpendiculaire *EF*, il eſt conſtant qu'elle ira rencontrer le point *F* qui ſera le plus bas de la courbe; car, à cauſe de la flexibilité de la chaîne & l'uniformité qu'on ſupoſe dans les couplets, la partie *CF* ſera égale à la partie *DF*, elles auront toutes deux la même figure; & tous les points pris dans la longueur *CF* & *DF*, à une égale diſtance des extrêmités *C* & *D*, ſe trouveront également ſitués par raport à la perpendiculaire *EF*, par conſéquent cette chaîne forme une courbe reguliere, qui a pour axe *EF*. Or tous les couplets qui compoſent cette chaîne étant ſupoſés égaux en grandeur & en peſanteur, ſe maintiendront en équilibre entr'eux, & tendront chacun en particulier au centre de la terre par des lignes de directions, qui étant tirées de leur centre de gravité peuvent être regardées comme perpendiculaires à l'horiſon: & ſi l'on attribue à chacun de ces couplets une peſanteur égale, mais incomparablement au-deſſus de celle qu'ils ont naturellement, ils ſe ſoûtiendront toujours dans le même état où ils étoient auparavant, n'y ayant point de raiſon pour que l'un détourne l'autre de la direction vers laquelle ſa peſanteur le faiſoit tendre; mais ſi l'on faiſoit enſorte que les couplets ſe trouvaſſent tellement unis les uns aux autres qu'ils ne compoſaſſent qu'un ſeul corps incapable d'aucune flexibilité, il ne leur arriveroit rien de particulier, ſinon d'être obligé de garder la ſituation où ils étoient les uns par rapport aux autres, de quelque ſens qu'on veuille mettre la chaîne, & tant qu'elle ſera attachée aux

points *C* & *D*, il lui ſera indifférent que tous les couplets ſoient unis ou non, qu'on augmente leur peſanteur ou qu'on la laiſſe comme elle étoit en premier lieu : on pourroit même ſuſpendre des poids égaux au bas de chacun, ſans que cela cauſât aucun changement, à la courbe *CFD*.

Prevenu de cela, on ſçait qu'on ne dérange rien dans l'équilibre des puiſſances en changeant ſeulement leur direction en ſens contraire : ainſi dans la ſupoſition que tous les couplets ſont unis à ne pouvoir ſe déranger de la figure curviligne qu'ils compoſent tous enſemble, ſi l'on fait tourner la chaîne *CFD* ſur la ligne *CD* comme ſur un axe pour prendre la ſituation opoſée ; mais toujours verti-
FIG. 8. cale *CFD*, tous les couplets gardant entr'eux la même ſituation qu'ils avoient auparavant, tendront au centre de la terre ſelon les mêmes lignes de direction, & ſoit qu'on augmente leur peſanteur ou non, pourvû que cette augmentation ſoit la même, ils ſe maintiendront toujours en équilibre, & ils ne feront pas plus d'effort pour tomber que s'ils n'étoient point entretenus par quelque cauſe qui les empêche de ſe déranger.

Supoſant preſentement que la courbe *CFD* repreſente l'intrados d'une Voûte *ABC*, qui ſoit partout d'une égale épaiſſeur, & qu'à la place des couplets on imagine des Vouſſoirs forts petits qui ayent
FIG. 5. la même peſanteur & dont les lignes de directions tirées de leur centre de gravité ſeroient les mêmes que celles des couplets, ces vouſſoirs demeureront en équilibre ainſi que l'étoient ces couplets, deſorte que s'ils ſont bien unis les uns contre les autres par un ciment qui les réduiſe tous à ne faire qu'un ſeul corps, ils compoſeront enſemble la Voute *ABC* dont toutes les parties ſeront en équilibre.

Si l'on vouloit faire uſage de cette courbe, je crois qu'on ſeroit obligé de raprocher ſes deux extrêmités *G* & *H*, afin qu'elles ſoient diſpoſées comme *EA* & *FC*, & non pas comme *EG* & *FH*, qui ne conviendroit pas dans l'execution, à cauſe que la naiſſance de la Voute ſeroit un *Jarret* avec le pié-droit, ce qui choqueroit la vûe ; il eſt bon de profiter de ce que la théorie peut enſeigner, mais quand il s'agit de la pratique, on peut ſans ſcrupule ne la pas ſuivre exactement pour raporter les choſes à l'uſage. On trouvera dans le ſecond Tome de l'analiſe du R. P. Reyneau l'équation de la chaînette & la maniere de la traçer, c'eſt pourquoi je n'en parle point ici.

APLICATION.

Si l'on vouloit conſtruire une Voute naturelle dont la largeur & la hauteur fuſſent donnés, il faut ſur une ſurface verticale tracer une ligne *CD* égale à la largeur de la Voûte, abaiſſer du milieu de cette ligne une perpendiculaire *EF*, égale à la hauteur qu'on veut lui donner, enſuite attacher l'extrêmité d'une chaîne au point *C*, & porter l'autre extrêmité vers *D*, de maniere qu'en augmentant ou diminuant la chaîne, ſon propre poids la faſſe paſſer par le point *F*, lorſqu'elle ſera arrêtée aux endroits *C* & *D*; après cela on pourra avec un crayon que l'on conduira tout du long de la chaîne (ſans pourtant la faire vaciller) tracer une courbe, & là-deſſus on pourra établir la figure du faux ceintre de la Voute; la coupe des Vouſſoirs & le reſte. FIG. 7.

Je crois que ceux qui ſont dans l'uſage de faire conſtruire des Voutes ſans y prendre garde de ſi près, ne feront pas grand cas des deux propoſitions précédentes, auſſi ne les ai-je raportées que pour les curieux qui voyent toujours avec plaiſir ce qui peut avoir rapport à leur métier; ce n'eſt pas qu'on n'en puiſſe faire uſage, puiſque la premiere nous aprend que pour rendre des Voutes ſolides, il eſt bon d'en fortifier les reins le plus qu'il ſera poſſible, & particuliérement vers les piés-droits afin de donner, pour ainſi dire, un contrepoids à la pouſſée des vouſſoirs ſupérieurs.

PROPOSITION SIXIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux Culées des Ponts de Maçonnerie.

41. La maniere de régler l'épaiſſeur des Culées des Ponts, eſt un Problême qui appartient à ce livre-ci; car les Ponts ſont compoſés d'Arches, les Arches ne ſont autre choſe que des Voutes: auſſi ſa ſolution dépend-t'elle des regles que nous venons d'enſeigner, ou pour mieux dire elle n'en eſt qu'une repétition accompagnée de quelque circonſtance particuliere aux Ponts de Maçonnerie.

On ſupoſe qu'il eſt queſtion d'un Pont compoſé d'une ſeule Arche en plein ceintre comme dans la figure 6 dont l'épaiſſeur *GD* eſt

déterminée de même que le diamétre *BI* & la hauteur *BS* depuis la derniere retraite des fondemens juſqu'à la naiſſance de l'Arche, & qu'il s'agit de ſçavoir l'épaiſſeur *PS* ou *MQ*, qu'il faut donner à la Culée *MS* pour qu'elle ſoit en équibre avec la pouſſée qu'elle doit ſoûtenir. Cela poſé on ſaura que les Culées d'un Pont peuvent être conſtruites de deux manieres : la premiere eſt de faire un corps de Maçonnerie comme *SZ* dans la 9e figure, dont la hauteur *ZP* ou *BS* ne ſurpaſſe point la naiſſance de l'Arche : la ſeconde eſt d'élever la Culée juſques vers le milieu des reins de l'Arche afin de les rendre capables de mieux ſoutenir l'effort de la partie ſuperieure, comme dans la figure 6 à laquelle nous nous attacherons uniquement comme la plus conforme à l'uſage.

FIG. 6. & 9.

Ayant diviſé le quart de cercle *BD* en deux également au point *C*, on tirera le rayon *AF* : on diviſera auſſi la ligne *FC* en deux également au point *L* par lequel on menera *MK* paralelle au diamétre *BI* qui déterminera la hauteur de la Culée, on prolongera la ligne *SB* juſqu'au point *Q* de la circonférence, & on tirera le rayon *AQ* & les autres lignes *LO*, *LV* & *OP*, comme à l'ordinaire.

Pour réduire en équation la pouſſée de l'Arche & la réſiſtance des Culées, nous nommerons *LK* ou *KA*, *a* ; *BV*, *c* ; *MP*, *d* ; *SY*, *g* ; *PS*, *y* ; la ſuperficie *CFGDnn* ; & la partie *BQFC*, *hh* ; ainſi *MN* ou *ML* ſera $c+y$; & *NP* ſera $d-c-y$; & ſi l'on ſupoſe $d-c=f$, *NP* ſera $f-y$.

L'on ſait par l'Article 14. que multipliant la ſuperficie *CFGD* (*nn*) par l'hipotenuſe *NP* ($f-y$) du triangle rectangle *NOP*, lorſqu'il s'agit d'une Voute ou d'une Arche en plein ceintre, que le produit donne une expreſſion égale à la puiſſance qui ſoutiendroit la pouſſée de la partie *CFGD*, ainſi cette pouſſée ſera $nnf-nny$, qu'il faut mettre en équilibre avec la réſiſtance du pié-droit *PMQS*, joint à la partie *BQFS* ; c'eſt-à-dire avec *dy* & *hh*, multipliés par le bras de lévier *PT* ($\frac{y}{2}$) & *PY* ($y+g$) dont les extrêmités *T* & *Y* répondent aux lignes de directions tirées de leur centre de gravité ; c'eſt-à-dire, avec $\frac{dyy}{2}$ & $hhy+hhg$, qui donnent cette équation $fnn-nny=\frac{dyy}{2}+hhy+hhg$, d'où faiſant paſſer dans le même membre les termes où ſe trouvent l'inconnu, & dans l'autre ceux où l'inconnu ne ſe trouve point, l'on aura après avoir diviſé par *d*, $\frac{fnn+ghh}{d}=\frac{yy}{2}+\frac{nny+hhy}{d}$ & ſi l'on ſupoſe $\frac{nn+hh}{d}=p$, &

qu'on mette p à la place de ſa valeur multipliant toute l'équation par 2, on pourra du ſecond membre en faire un quarré parfait en ajoutant pp de part & d'autre afin d'avoir $\frac{2fnn + 2ghh}{d} + pp = yy + 2py + pp$, dont extrayant la racine & dégageant l'inconnu, l'on aura enfin $\frac{\sqrt{2fnn - 2ghh}}{d} + pp - p = y$, qui donne ce que l'on cherche.

APLICATION.

Pour avoir la valeur de l'inconnu, nous ſupoſerons le diamétre *BI* de 72 pieds, l'épaiſſeur *DG* de 6, & la hauteur *BS* de 12, ainſi la ligne *AL* ſera de 36, & l'on trouvera que *BV* (c) eſt de 8 pieds 5 pouces, & *LV* de 27 pieds 7 pouces, par conſéquent *MP* (d) ſera de 39 pieds 7 pouces : & comme nous avons ſupoſé $d - c = f$, f ſera donc de 31 pieds 2 pouces : on trouvera auſſi que la partie *CFGD* (nn) eſt de 184 pieds quarrés.

Comme nous avons auſſi beſoin de la figure *BQFC*, remarquez que la ligne *BQ* eſt moyenne proportionnelle entre les parties *EB* & *BH*, du diamétre *EH*; ainſi multipliant leur valeur, c'eſt-à-dire 6 pieds par 78, on trouvera en extrayant la racine quarrée du produit 21 pieds 6 pouces 6 lignes, pour la perpendiculaire *BQ*, par le moyen de laquelle on aura la ſuperficie du triangle *ABQ*, qui eſt de 389 pieds 3 pouces; or cherchant auſſi la valeur du ſecteur *EAQ* qui eſt de 477 pieds 3 pouces, on en retranchera celle du triangle *ABQ*, la différence ſera 88 pieds, pour le ſegment *EBQ*, qui étant auſſi retranché de 184 pieds, valeur de *EFCB*, la différence ſera 96 pieds pour la partie *BQFC*, par conſéquent la valeur de hh. D'un autre côté le centre de gravité de cette partie étant au point *X*, l'on verra que la perpendiculaire *XY*, vient tomber environ à 2 pieds 9 pouces du point *S*, enfin comme nous avons ſupoſé $\frac{nn + hh}{d} = p$, l'on trouvera que p vaut à peu-près 7 pieds 1 pouce, ainſi comme toutes les lettres du premier membre de l'équation $\frac{\sqrt{2fnn}}{d} - \frac{2ghh}{d} + pp - p = yy$, viennent d'être déterminées en nombre, ſi l'on fait les mêmes operations qui s'y trouvent indiquées, l'on trouvera que y ou ſi l'on veut l'épaiſſeur *PS* de la Culée doit être de 11 pieds pour ſoutenir en équilibre la pouſſée de la partie de l'Arche qui lui répond.

Remarque premiere.

42. On pourra ſe diſpenſer dans la pratique d'avoir égard à la partie *BQF* qui rend ce Problême aſſez compoſé, n'avoir attention qu'au vouſſoir *CFGD* & à la Culée *MS*, alors l'équation ſera beaucoup plus ſimple, puiſque dans l'état d'équilibre on aura $fnn - nny = \frac{dyy}{2}$ qui étant réduit, donne après avoir dégagé l'inconnu $\sqrt{\frac{2fnn}{d} + \frac{n4}{dd}} - \frac{nn}{d} = y$, dont le calcul numerique n'eſt pas long; puiſque pour avoir la valeur de toutes les lettres, on n'aura ſeulement qu'à chercher celle des lignes *LV*, *VB*, & la ſuperficie de la partie *CFGD*; il eſt vrai que l'épaiſſeur de la Culée ſera un peu plus forte qu'elle ne devroit être pour un parfait équilibre, puiſqu'ayant calculé cette derniere équation, j'ai trouvé qu'elle donnoit 13 pieds 2 pouces 8 lignes, au lieu de 11 pieds, pour la valeur de *y*; mais comme ce n'eſt pas l'équilibre que l'on cherche, puiſqu'il faut toujours mettre la puiſſance réſiſtante au-deſſus de l'agiſſante, il vaut beaucoup mieux comme je l'ai déja dit, faire abſtraction de la partie *BQFC*, pour trouver plus facilement l'épaiſſeur que l'on demande & être plus aſſuré de la ſolidité de l'ouvrage.

Remarque ſeconde.

43. En cherchant l'épaiſſeur qu'il falloit donner aux Culées; nous n'avons point eu égard au poids dont l'Arche pouvoit être chargée au-delà du ſien propre, de la part des matériaux qui doivent compoſer la Chauſſée & des Voitures qui paſſeront deſſus, parce que je laiſſe à la diſcretion de ceux qui ſont chargés de l'execution de ces ſortes d'ouvrages, d'en augmenter l'épaiſſeur autant qu'ils le jugeront à propos; je crois que ſi l'on augmentoit d'un ſixiéme de ce que donne le calcul, que c'eſt la plus grande augmentation qu'on puiſſe faire, c'eſt-à-dire, qu'au lieu de 13 pieds 2 pouces 8 lignes, il faudroit lui donner environ 15 pieds & demi.

Remarque troiſiéme.

44. Nous avons ſupoſé un Pont d'une ſeule Arche, parce que quand il y en auroit davantage, ce ne ſeroit jamais que la pouſſée de la premiere & de la derniere que l'on conſidereroit pour leur opoſer

opoſer des Culées, puiſque les autres qui ſont compriſes entre celles-ci ſe ſoutiennent mutuellement en équilibre ſur les piles qui les portent, à moins que ces Arches ne ſoient beaucoup plus grandes que celles des extrêmités du Pont; car alors il pourroit arriver que la pouſſée des petites Arches ſeroit augmentée par celle des autres plus grande.

Remarque quatriéme.

45. Quand on fait des Arches d'une grandeur extraordinaire, & qu'on eſt obligé de donner une épaiſſeur conſidérable aux Culées, on peut pour diminuer une trop grande quantité de Maçonnerie, donner beaucoup de talud aux extrêmités de la Culée, comme un tiers ou un quart de la hauteur, ou y faire des contreforts comme on l'a enſeigné dans les Articles 17 & 20.

Remarque cinquiéme.

46. Si au lieu d'une Arche en plein ceintre on en avoit une ſurbaiſſée, on trouvera l'épaiſſeur qu'il faut donner aux Culées, en ſuivant ce qui a été enſeigné dans les Articles 30 & 31, puiſque ſi l'on en excepte quelque particularité qu'il y a ici, & qui ne ſe trouve pas dans les Voutes, tout le reſte eſt la même choſe.

PROPOSITION SEPTIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver quelle eſt la portée des Vouſſoirs depuis leur intrados, juſqu'à leur extrados, & quelle doit être la largeur des piles pour toute ſorte de grandeur d'Arche.

47. Dans tous les Edifices où il eſt queſtion de Voûte, il doit régner une certaine proportion dans les dimenſions de leurs parties d'où dépend toute la ſolidité: par exemple nous venons de voir au ſujet des Ponts, qu'il falloit qu'il y eut un raport d'égalité entre la réſiſtance des culées & la pouſſée des arches: mais comme ces arches peuvent être de différente grandeur, il faut abſolument que leur épaiſſeur ſoit proportionnée à leur ouverture, afin que celle qui auroit 12 ou 15 toiſes réſiſte auſſi-bien au poids des materiaux & des voitures dont elle pourra être chargée, qu'une autre qui n'auroit que 12 ou 15

pieds; mais la ſolution de ce Problême dépend plutôt de l'intelligence de ceux qui ſont travailler, que de la Géometrie, c'eſt pourquoi il ſemble que le meilleur parti eſt de s'en raporter à l'expérience; c'eſt-à-dire d'examiner avec attention les anciens monumens de cette eſpéce, afin qu'ayant reconnu la qualité des pierres qu'on y a employé, la longueur des vouſſoirs à pluſieurs grandeurs d'Arches différentes, on ſoit en état de calculer une table qui puiſſe ſervir dans tous les cas qu'on peut rencontrer. C'eſt ce que M. Gautier a fait, nul n'étoit plus capable que lui de remplir un pareil deſſein; il a vû & fait la deſcription des plus beaux Ponts qui ont été bâtis en France, tant par les anciens que par les modernes, ainſi il me ſuffira de raporter la table qu'il a calculée pour la portée des vouſſoirs, on verra qu'il a eu égard aux pierres dures & à celles qui ne le ſeroient pas, afin qu'on ait recours à la colomne dont la pierre auroit quelque raport avec celle qu'on veut employer. Ceux qui n'ont pas une grande connoiſſance des travaux, ſeront peut-être ſurpris de voir dans la colonne où l'on ſupoſe la pierre tendre des vouſſoirs de 8 & même de 9 pieds de longueur, par la difficulté qu'il y auroit d'avoir des pierres d'un ſi grand apareil: auſſi ne prétend on pas que ces vouſſoirs ſoient abſolument compoſés d'une ſeule pierre, puiſque quand on n'en a pas d'aſſez grandes on les allonge pour faire ce qu'on apelle des *vouſſoirs ſans fin*. C'eſt ainſi qu'on en a uſé pour conſtruire le Pont Royal des Thuilleries à Paris.

La largeur que l'on doit donner aux Piles des Ponts, par raport à l'ouverture des Arches, eſt encore une difficulté ſur laquelle les Architectes ne s'accordent point, & que la Géométrie paroît ne pouvoir entreprendre, puiſqu'elle dépend abſolument de la conſiſtance de la pierre: car comme il s'agit de rendre les Piles aſſez fortes pour ſoûtenir le poids des Arches, & tout ce qu'elles peuvent porter, il n'y a pas de doute que la Pile qui n'auroit qu'une médiocre largeur & qui ſeroit conſtruite de bonne & grande Pierre de Taille ne ſoûtienne plûtôt une Arche de 15 toiſes d'ouverture, qu'une autre Pile qui auroit deux fois plus de largeur, mais qui n'auroit que le parement de pierre dure & le dedans rempli de mauvais moilons n'en ſoûtiendroit une de 8 toiſes. Cependant il eſt de conſéquence de ſe ſervir de bonne Pierre pour n'être pas contraint de donner une trop grande largeur aux Piles, parce que ſi le lit de la Riviere, ſur laquelle on veut faire un Pont eſt reſſerré, il eſt à craindre que le courant de l'eau ſe trouvant gêné, ne renverſe le Pont dans le tems [illegible] grandes inondations, comme cela arrive aſſez ſouvent. Un autre inconvénient encore des Piles trop larges, c'eſt que leurs avant-becs

preſentent de grandes faces qui donnent beaucoup de priſes aux glaces quand la Riviere charie, & les chocs violens qui ſurviennent alors peuvent mettre le Pont en danger; comme cela eſt arrivé au Pont Marie à Paris. Mais pour ſuivre une regle qui détermine la largeur des Piles, je crois que celle qui convient mieux eſt de leur donner la cinquiéme partie de la largeur des Arches; c'eſt-à-dire, par exemple que ſi l'on a un Pont compoſé de cinq Arches, & que celle du milieu ait 60 pieds d'ouverture, les Piles qui la ſoûtiendront doivent en avoir 12 de largeur; que ſi les Arches collaterales ont chacun à droit & à gauche 50 pieds d'ouverture, les Piles qui leur répondront en auront 10. Il ne faut pourtant pas ſuivre ſi conſtamment cette proportion, qu'on ne s'en écarte quand il ſe rencontrera quelque circonſtance qui pourroit obliger de donner aux Piles plus ou moins de largeur, ſelon que la bonne ou mauvaiſe qualité des matériaux l'exigeroit.

Je crois qu'il eſt à propos de dire que les Arches des Ponts doivent toujours être en nombre impair, afin qu'il s'en trouve une grande au milieu qui laiſſe un paſſage libre au courant de l'eau, & que cette Arche étant plus élevée facilite le paſſage des Bateaux chargés.

Voilà ce que je m'étois propoſé de dire ici ſur les Ponts pour faire mention ſeulement de quelques régles générales qui avoient raport aux Voûtes : car comme leur conſtruction demande des connoiſſances bien au-delà de celles qu'il faut pour les Edifices ordinaires, nous reprendrons ce ſujet dans l'Architecture Hydraulique afin de ſatisfaire ceux qui ont un interêt particulier de s'en inſtruire.

Voici la Table dont je viens de parler, où l'on obſervera que la premiere & la quatriéme colomne comprennent l'ouverture des Arches, qui vont toujours en augmentant ſelon la ſuite des nombres naturels.

TABLE

POUR CONNOISTRE LA PORTE'E DES VOUSSOIRS depuis leur intrados à leur extrados, pour toute ſorte de grandeur d'Arche.

Ouverture des Arches.	Vouſſoirs de Pierres dures.			Vouſſoirs de Pierres tendres.			Ouverture des Arches.	Vouſſoirs de Pierres tendres.			Vouſſoirs de Pierres dures.		
pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.
1	1	0	6	1	6	0	28	2	2	0	2	11	6
2	1	1	0	1	7	2	29	2	2	6	2	11	9
3	1	1	6	1	8	4	30	2	3	0	3	0	0
4	1	2	0	1	9	6	31	2	3	6	3	0	10
5	1	2	6	1	10	8	32	2	4	0	3	1	8
6	1	3	0	2	0	0	33	2	4	6	3	2	6
7	1	3	6	2	0	8	34	2	5	0	3	3	0
8	1	4	0	2	1	6	35	2	5	6	3	3	10
9	1	4	6	2	2	3	36	2	6	0	3	4	0
10	1	5	0	2	3	0	37	2	6	6	3	4	6
11	1	5	6	2	4	0	38	2	7	0	3	5	0
12	1	6	0	2	4	6	39	2	7	6	3	5	6
13	1	6	6	2	5	0	40	2	8	0	3	8	0
14	1	7	0	2	6	0	41	2	8	10	3	8	10
15	1	7	6	2	6	9	42	2	9	8	3	9	8
16	1	8	0	2	7	0	43	2	10	6	3	10	6
17	1	8	6	2	8	0	44	2	11	4	3	11	4
18	1	9	0	2	9	0	45	3	0	0	4	0	0
19	1	9	6	2	9	3	46	3	0	10	4	0	10
20	1	10	0	2	9	6	47	3	1	8	4	1	8
21	1	10	6	2	9	9	48	3	2	6	4	2	6
22	1	11	0	2	10	0	49	3	3	4	4	3	0
23	1	11	6	2	10	3	50	3	4	0	4	3	10
24	2	0	0	2	10	6	51	3	4	10	4	4	8
25	2	0	6	2	10	9	52	3	5	8	4	5	6
26	2	1	0	2	11	0	53	3	6	6	4	6	4
27	2	1	6	2	11	3	54	3	7	4	4	7	2

SUITE DE LA TABLE.

Ouverture des Arches.	Voussoirs de Pierres dures.			Voussoirs de Pierres tendres.			Ouverture des Arches.	Voussoirs de Pierres dures.			Voussoirs de Pierres tendres.		
pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds	pou.	lig.	pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.
55	3	8	0	4	8	0	88	5	10	6	6	10	3
56	3	8	10	4	8	10	89	5	11	4	6	11	2
57	3	9	8	4	9	7	90	6	0	0	7	0	0
58	3	10	6	4	10	3	91	6	0	10	7	0	10
59	3	11	4	4	11	2	92	6	1	8	7	1	8
60	4	0	0	5	0	0	93	6	2	6	7	2	6
61	4	0	10	5	0	10	94	6	3	4	7	3	0
62	4	1	8	5	1	8	95	6	4	0	7	3	10
63	4	2	6	5	2	6	96	6	4	10	7	4	8
64	4	3	4	5	3	0	97	6	5	8	7	5	6
65	4	4	0	5	3	10	98	6	6	6	7	6	4
66	4	4	10	5	4	8	99	6	7	4	7	7	2
67	4	5	8	5	5	6	100	6	8	0	7	8	0
68	4	6	6	5	6	4	101	6	8	10	7	8	10
69	4	7	0	5	7	2	102	6	9	8	7	9	7
70	4	7	6	5	8	0	103	6	10	6	7	10	3
71	4	8	10	5	8	10	104	6	11	4	7	11	2
72	4	9	8	5	9	7	105	7	0	0	8	0	0
73	4	10	6	5	10	3	106	7	0	10	8	0	10
74	4	11	4	5	11	2	107	7	1	8	8	1	8
75	5	0	0	6	0	0	108	7	2	6	8	2	6
76	5	0	10	6	0	10	109	7	3	4	8	3	0
77	5	1	8	6	1	8	110	7	4	0	8	3	10
78	5	2	6	6	2	6	111	7	4	10	8	4	8
79	5	3	4	6	3	0	112	7	5	8	8	5	6
80	5	4	0	6	3	10	113	7	6	6	8	6	4
81	5	4	10	6	4	8	114	7	7	4	8	7	2
82	5	5	8	6	5	6	115	7	8	0	8	8	0
83	5	6	6	6	6	4	116	7	8	10	8	8	10
84	5	7	4	6	7	2	117	7	9	8	8	9	7
85	5	8	0	6	8	0	118	7	10	6	8	10	3
86	5	8	10	6	8	10	119	7	11	4	8	11	2
87	5	9	8	6	9	7	120	8	0	0	9	0	0

Digitized by Google

CHAPITRE QUATRIE'ME.

Qui comprend des régles pour trouver l'épaiſſeur des piés-droits des Voûtes de toute ſorte d'eſpece, par le ſeul calcul des nombres pour l'intelligence de ceux qui ne ſavent pas l'Algebre.

48. JE me ſuis engagé au commencement de ce ſecond Livre de donner des regles pour trouver l'épaiſſeur des piés-droits des Voutes, afin de ſe paſſer du calcul Algebrique & contribuer à la ſatisfaction des perſonnes qui quoique très-habiles d'ailleurs dans l'Architecture Miliraire ou Civile, ne s'y ſont point appliquées. Quand on écrit pour le public, & qu'il s'agit d'un ouvrage comme celui-ci, il faut autant qu'il eſt poſſible faire en ſorte d'être entendu de tout le monde, principalement de ceux qui ſe contentent de ſavoir la pratique des choſes, & qui veulent bien s'en raporter à la bonne foi d'un Auteur ; ſoûmiſſion qu'il faut avoir néceſſairement quand on ne peut en juger par ſoi-même ; car comme il eſt un infinité de ſujets qu'on ne peut comprendre ſans des connoiſſances préliminaires, il ne dépend pas toujours de lui de ſe rendre intelligible à ceux qui ignorent le langage dont il eſt obligé de ſe ſervir ; ce qui fait qu'avec les expreſſions les plus claires, il n'en paroît pas moins obſcur. Mais j'eſpere qu'il viendra un tems où les Géometres, les Phyſiciens, les Ingenieurs & les Architectes penſeront à peu-près de même ; il y avoit 80 ans qu'on ſavoit à peine ce que c'étoit que l'Algebre, aujourd'hui il y a peu de perſonnes qui ſe mêlent de ſcience qui n'en ſachent aſſez pour s'en ſervir uilement, & je ne doute point qu'à l'avenir on ne l'aprenne auſſi communément que l'Arithmétique.

Pour remplir parfaitement le deſſein que je me ſuis propoſé dans ce Chapitre, je n'y ſupoſerai rien de ce qui a été dit dans les précédens. Je ferai comme ſi je commençois ſeulement à parler des Voutes, ce qui m'obligera à des répetitions indiſpenſables. Mais comme je ne parle pas à ceux qui pourront ſe paſſer de ce que je vais dire, ils auroient mauvaiſe grace de s'en plaindre, d'autant plus qu'ils ne ſeront peut-être pas fâchés de faire uſage des pratiques dont il va être queſtion pour ſe diſpenſer d'un calcul plus compoſé ; car il eſt à ptopos que l'on ſache que les opérations que

l'on va faire, m'ont été fournies par les formules Algebriques que l'on a vû à la fin de chaque Propoſition du 2 & 3e Chapitre & que je n'aurois pû imaginer ſans leur ſecours ; cependant les calculs en ſont plus courts que ceux que l'on a vû dans les Aplications des mêmes Chapitres, parce que j'en ai ſuprimé quelque circonſtance dont on pouvoit ſe paſſer, & en cela je me ſuis un peu relâché de cette grande préciſion que l'on exige en matiere de Géométrie ; mais toujours en faveur de la pratique ; c'eſt-à-dire, en faveur de la ſolidité de l'édifice que l'on voudroit conſtruire, puiſque les épaiſſeurs des piés-droits que nous allons trouver auront deux ou trois pouces de plus que n'auroient données les regles les plus exactes.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur des piés-droits d'une Voûte en plein-ceintre, pour être en équilibre avec la pouſſée qu'ils ont à ſoutenir.

49. Quand on veut connoître l'épaiſſeur qu'il faut donner, aux piés-droits d'une Voûte de telle figure quelle puiſſe être, ſoit en plein Ceintre, Elliptique, en tiers point, &c. Il faut d'abord être prévenu de quatre choſes eſſentielles ; la premiere eſt la largeur & la hauteur de la Voute dans œuvre ; la ſeconde l'épaiſſeur de cette Voute à l'endroit des reins : la troiſiéme ſa figure extérieure ; & la quatriéme la hauteur des piés-droits, enſuite il ſuffit de ſavoir un peu de Geometrie pratique & la racine quarrée pour trouver le reſte, comme on le va voir dans les exemples ſuivans.

Premier Exemple.

50. On propoſe une Voute en plein ceintre, dont l'extrados ſeroit circulaire comme dans la figure 7 qu'il faut conſiderer ſans ſe mettre en peine de la ſignification des lignes dont nous ne ferons pas mention ; on ſupoſe que la hauteur *BS* des piés-droits eſt de 15 pieds, le rayon *AB* de 12 & l'épaiſſeur de la Voute de 3 pieds, par conſéquent le rayon *AE* ou *AF* ſera de 15. Cela poſé pour trouver l'épaiſſeur *PS* des piés-droits, il faut ſe propoſer quatre operations. PLAN. 4. FIG. 7.

Pour la premiere, il faut chercher la ſuperficie des deux cercles qui auroient pour rayon *AB* & *AE* ; (c'eſt-à-dire 12 & 15 pieds)

prendre le quarr de leur différence, (& l'on aura 64 pieds quarrés) qu'il faut diviſer par la hauteur du pié-droit; (c'eſt-à-dire par 15) & le quotienr donnera 4 pieds 3 pouces 4 lignes, que nous nommerons premier terme.

Pour la ſeconde, il faut ajouter au rayon *AC* la moitié de l'épaiſſeur de la Voure pour avoir la ligne *LA* de (13 pieds & demi) qu'il faut quarrer & prendre la moitié du produit; (c'eſt-à-dire 91 pieds 1 pouce 6 lignes) & en extraire la racine quarrée (qu'on trouvera de 9 pieds 10 pouces) qu'on ajoutera à la hauteur du pié-droit & l'on aura 24 pieds 10 pouces que nous nommerons deuxiéme terme.

Pour la troiſiéme, il faut ajoûter enſemble le premier & le ſecond terme; (c'eſt-à-dire 4 pieds 3 pouces 4 lignes & 24 pieds 10 pouces, pour avoir 29 pieds 1 pouce 4 lignes,) qu'on mulripliera par le premier (4 pieds 3 pouces 4 lignes,) & le produit donnera 124 pieds 6 pouces 4 lignes, pour la valeur du troiſiéme rerme.

Enfin pour la quatriéme opérarion, il faut extraire la racine quarrée du 3 terme, (j'entends de 124 pieds 6 pouces 4 lignes) qui eſt à peu-près 11 pieds & 1 pouce 8 lignes & en ſouſtraire la valeur du premier; (c'eſt-à-dire 4 pieds 3 pouces 4 lignes), la différence qui eſt 6 pieds 10 pouces 4 lignes, ſera l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits.

Second Exemple.

PLAN. 4. FIG. 10. 51. Si l'on avoit une Voute en plein ceintre, dont l'extrados au lieu d'être circulaire, fut terminée par deux plans *GH* & *GI*, comme dans la figure 10 l'on trouvera l'épaiſſeur de ſes piés-droirs en faiſant encore quatre operarions ſemblables aux précédentes, puiſqu'il n'y aura que la premiere qui ſera un peu différente à cauſe que la Voute n'eſt pas la même que ci-devanr.

Supoſanr le raïon *AB* de 12 pieds, la hauteur *BS* des piés-droits de 15, l'épaiſſeur *FC* de 3 dans le milieu des reins, & que l'angle *HGI* ſoit droit, on aura le quarré *AFGW*, dont le côté *AF* ſera de 15 pieds.

Cela poſé, pour la premiere opération il faut chercher la ſuperficie du quarré *GFAW*, & en retrancher le quarr de cercle *CA*, &c. diviſer la différence (qui ſera 112 pieds) par la hauteur *BS* des piés-droirs; (c'eſt-à-dire par 15 pieds) & le quotient donnera 7 pieds 5 pouces 7 lignes, pour la valeur du premier terme.

La ſeconde operarion, ſe fera en ajoutant la moitié de l'épaiſſeur de la Voute *FC* au rayon *AB*, pour avoir la ligne *LA* (de 13 pieds

pieds & demi) qu'il faudra quarrer, prendre la moitié du produit, dont on extraira la racine (qui ſera de 9 pieds 10 pouces) qu'on ajoûtera à la hauteur du pié-droit, pour avoir 24 pieds 10 pouces, valeur du ſecond terme.

Pour la troiſiéme operation, il faut ajoûter le premier terme (7 pieds 5 pouces 7 lignes) au ſecond (24 pieds 10 pouces) multiplier leur ſomme (qui eſt 32 pieds 3 pouces 7 lignes,) par le premier (7 pieds 5 pouces 7 lignes) & le produit ſera 241 pieds 1 pouce 3 lignes, pour le troiſiéme terme.

Enfin pour la quatriéme operation, on extraira la racine quarrée du troiſiéme terme (241 pieds 1 pouce 3 lignes, & on trouvera qu'elle eſt de 15 pieds 6 pouces 2 lignes,) d'où il faut ſouſtraire la valeur du premier terme, (7 pieds 5 pouces 7 lignes,) la difference ſera 8 pieds 7 lignes pour l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits.

Remarque.

52. Je viens de ſuppoſer que l'angle *HGI* étoit droit; mais s'il étoit obtus ou aigu, il faudroit encore chercher la ſuperficie du quadrilatere *AFGW*, & en retranchèr toujours le quart de cercle *CA*, &c. car tel que puiſſe être ce quadrilatere, on aura ſans doute l'épaiſſeur *GB* au ſommet de la Voute, par conſéquent la ligne *GA*, & l'autre *AF*, auſſi-bien que l'angle *FAG*, qui ſuffiront pour connoître le reſte.

Troiſiéme Exemple.

53. Si le deſſus de la Voute étoit terminé par une platte-forme, comme dans la figure 11, il ſuffira de connoître l'épaiſſeur *GD* de cette Voute à l'endroit de la clef, le raïon *AB*, & la hauteur *BS* des piés-droits pour avoir l'épaiſſeur *PS*, en faiſant encore quatre operations. PLANCH. 4 FIG. 11.

Pour la premiere, il faut quarrer la ligne *GA* compoſée du raïon & de l'épaiſſeur de la Voute, du produit en ſouſtraire le quart de cercle *CAY*, & diviſer la difference par la hauteur des piés-droits, afin d'avoir le premier terme; à l'égard des trois autres operations, comme elles ſont toutes ſemblables à celles des deux exemples précedens, il eſt inutile de les répeter.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes Elliptiques ou ſurbaiſſées.

54. Pour avoir une parfaite intelligence de ce Problême, je conſeille à ceux qui ne ſe ſont point appliqués au Chapitre précédent, de lire avec attention l'Article 30, où il eſt parlé de la maniere de tracer une Ellipſe, ce qui leur ſuffira pour me ſuivre.

PLANCH. 5. FIG. 8. Ayant une Voute Elliptique comme dans la figure 8, dont on connoît les demi-axes *BH* & *HD*, on commencera par diviſer le quart d'Ellipſe *BD* en deux également au point *L*; duquel on abaiſſera ſur *DH* & *HB* les perpendiculaires *LK* & *LV*, dont on cherchera la valeur avec le ſecours de l'échelle; & ſuppoſant que *BH* ſoit de 12 pieds & *HD* de 8, on trouvera que *LK* ou *VH* eſt de 7 pieds 6 pouces, & *LV* ou *KH* de 6 pieds 3 pouces; & faiſant la hauteur *BS* du pié-droit de 15 pieds, comme à l'ordinaire, il faut pour en avoir l'épaiſſeur, ſe propoſer cinq operations.

Pour la premiere, il faut dire, comme le quarré de *DH* (de 64. pieds) eſt au quarré de *BH* (de 144,) ainſi la ligne *KH* (de 6 pieds 3 pouces) eſt à la ligne *KA*, qu'on trouvera de 14 pieds 9 lignes, qui eſt le premier terme dont nous avons beſoin.

Pour la ſeconde operation, il faut chercher la ſuperficie des deux Ellipſes, dont la premiere auroit pour demi-axe *BH* & *HD*, (de 12 pieds & de 8) & la ſeconde pour demi-axe *HE* & *HG*, (de 15 & de 4) parce qu'on ſuppoſe que la Voute a encore 3 pieds d'épaiſſeur, (on retranchera la petite Ellipſe de la grande) & on prendra le quart de la difference (que l'on trouvera de 54 pieds) qu'il faut diviſer par la hauteur du pié-droit, le quotien ſera 3 pieds 2 pouces 4. lignes, pour le ſecond terme.

Pour la troiſiéme operation, il faut ajoûter la ligne *LV* (qu'on a trouvé de 6 pieds 3 pouces) à la hauteur du pié-droit, (pour avoir 21 pieds 3 pouces) qu'il faut multiplier par le premier terme (14 pieds 9 pouces) & diviſer le produit par la valeur de *LK* (qui eſt de 7 pieds 6 pouces,) le quotien ſera d'environ 41 pieds 10 pouces pour le troiſiéme terme.

A l'égard de la quatriéme, il faut ajoûter le ſecond terme au

troiſiéme (pour avoir 41 pieds 10 pouces,) qu'on multipliera par la valeur du ſecond ; (c'eſt-à-dire par 3 pieds 2 pouces,) & le produit ſera à peu près 144, pour le quatriéme terme.

Enfin la cinquéme operation ſe fera en extrayant la racine quarrée du quatriéme terme (ce qui ſera de 12 pieds) de laquelle il faut ſouſtraire le ſecond, (3 pieds 2 pouces 4 lignes,) & la difference donnera 8 pieds 9 pouces 8 lignes, pour l'épaiſſeur des piés-droits.

Remarque.

55. Si l'extrados de la Voute au lieu d'être Elliptique, étoit terminé par deux plans 5. 6. & 5. 4. comme on le pratique aux Magaſins à Poudre & aux ſouterrains, il faudroit au lieu de ſuivre ce qui eſt dit dans la ſeconde operation, chercher la ſuperficie du quadrilatere *AF* 5. 3. (formé par l'angle *F* 5. 3. & les deux lignes *AF* & *A* 3. qui ont été tirées des points *L* & 2 milieux des quarts d'Ellipſes *DB* & *D* 7. au point *A* que l'on a trouvé par la premiere operation,) en ſouſtraire la figure mixtiligne *ALD* 2. & diviſer le reſtant par la hauteur du pié-droit, afin d'avoir un quotien qui donnera le ſecond terme : quant aux autres operations elles ſont les mêmes que celles dont nous venons de parler. FIG. 8.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes en tiers-points.

56. Ayant une Voute en tiers-point dont on veut connoître l'épaiſſeur des piés-droits, il faut ſçavoir d'abord à quelle diſtance les centres *G* & *H*, qui ont ſervi à décrire les deux arcs de la Voute, ſont du point *A* milieu de *BI*, leur poſition étant arbitraire dépendant du plus ou moins d'élevation qu'on veut donner à la Voute, il faut ſçavoir comme on les a déterminé & toujours dans la ligne *BI*; car s'ils étoient au-deſſus ou au-deſſous comme je l'ai vû dans quelque ouvrage aſſés mal conçû, la Voute ſeroit très-défectueuſe, parce que ſon impoſte ſeroit un jarret avec le pié-droit, & auroit beaucoup moins de force pour réſiſter au choc des Bombes, ſi on la conſtruiſoit pour couvrir un Magaſin à poudre ou quelqu'autre Edi- PLANCH. 6. FIG. 1.

fice Militaire. Nous ſuppoſerons donc qu'ils ſont dans le milieu des lignes *BA* & *AI*, qui étant chacune de 12 pieds *HB* ou *HD*, ſera de 18 & *HA* de 6 de l'autre côté faiſant la Voute de 3 pieds d'épaiſſeur, & donnant encore 15 pieds à la hauteur *BS* des piés-droits, on trouvera le reſte en ſuivant les cinq operations que voici.

Pour la premiere operation, il faut chercher par la trigonometrie l'angle *AHD* du triangle rectangle *DAH*, duquel on connoît les deux côtés *DH* & *HA*, (& on trouvera qu'il eſt de 70 degrés 30 minutes.)

Pour la ſeconde, il faut chercher la ſuperficie des deux cercles qui auroient pour rayon *HB* & *HE* (de 18 & de 21 pieds,) en prendre la difference (qu'on trouvera de 368 pieds quarrés,) enſuite dire, comme 360 degrés eſt à la valeur de l'angle *DHB* (de 70 degrés 30 minutes, que l'on a trouvé dans l'operation précédente) ainſi la difference des deux cercles (368) eſt à un quatriéme terme (qu'on trouvera de 71 pieds 6 pouces 8 lignes) qu'il faut diviſer par la hauteur (15) des piés-droits, & le quotien ſera 4 pieds 9 pouces 3 lignes, pour le premier terme.

Pour la troiſiéme, on tirera la ligne *HF* par le milieu *C* de l'arc *BD* (qui donnera 35 degrés 15 minutes pour l'angle *LHV*, par la premiere operation) & du point *L* milieu de *HC*, on abaiſſera la perpendiculaire *LV*, on aura le triangle rectangle *LVH*, duquel on connoît les angles & le côté *HL* (de 19 pieds & demi,) ainſi par les calculs ordinaires on trouvera 11 pieds 3 pouces pour le côté *LV* & 16 pieds pour l'autre *VH*; & pour ne pas confondre ces deux grandeurs dans les calculs ſuivans, nous nommerons 11 pieds 3 pouces ſecond terme : & 16 pieds, troiſiéme terme.

Pour la quatriéme operation, il faut ajoûter le ſecond terme (11 pieds 3. pouces) à la hauteur du pié-droit (& l'on aura 26 pieds 3 pouces,) qu'on multipliera par le ſecond terme même; (c'eſt-à-dire par 11 pieds 3 pouces,) diviſer le produit (295 pieds 4 pouces,) par le troiſiéme (j'entends par 16 pieds,) ajoûter le quotien (18 pieds 5 pouces 6 lignes) au premier terme, (4 pieds 9 pouces 3 lignes) & multiplier la ſomme (qui eſt 23 pieds 2 pouces 2 lignes) par le premier terme (4 pieds 9 pouces 3 lignes,) le produit ſera environ (110 pieds 9 pouces 9 lignes) pour le quatriéme terme.

Enfin pour la cinquiéme operation, on extraira la racine quarrée du quatriéme terme; (c'eſt-à-dire de 110 pieds 9 pouces 9 lignes, qu'on trouvera d'environ 10 pieds 6 pouces 2 lignes) d'où il faut ſouſtraire le premier terme, (4 pieds 9 pouces 3 lignes,) la diffe-

rence ſera 5 pieds 8 pouces 11 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits.

Remarque.

57. Si l'extrados de la Voute au lieu d'être curviligne, comme nous le venons de ſuppoſer, étoit terminé par deux plans 5. 4, & 5. 6. Il faudroit dans la ſeconde operation chercher la valeur du quadrilatere *QF* 5. 3. (formé par l'angle *F* 5. 3. & les deux lignes *QF* & *Q* 3, qui ont été tirées des centres *G & H*, pour diviſer les arcs *DB* & *DI* en deux également) en retrancher la figure mixtiligne *QCD* 2, & diviſer le reſtant par la hauteur du pié-droit, le quotient ſera le premier terme. A l'égard des autres operations, elles doivent être de même que les précédentes.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner à des piés-droits qui ſoûtiendroient une plate-Bande.

58. La plate-Bande eſt une eſpece de Voute qui a la figure d'un plat-Fond; ſon uſage le plus ordinaire eſt d'être employée dans les grands édifices, ou il y a des petiſtiles, comme au vieux Louvre à Paris, ou bien on s'en ſert aux Portes Cocheres, & alors comme cette Voute a beaucoup de pouſſée, on peut pour la ſoulager du poids qu'elle auroit à porter, faire un arc de décharge, comme je l'ai dit ailleurs. M. Abeille Ingenieur du Canal de Picardie, a imaginé une conſtruction de plate-Bande fort ingenieuſe, la coupe des Clavaux en eſt ſinguliere, & contribue beaucoup à diminuer la pouſſée que les piés-droits auroient à ſoûtenir; j'en aurois volontiers fait la deſcription ſi elle étoit venuë à ma connoiſſance avant que les planches de ce ſecond Livre fuſſent gravées. PLANCHE 6. FIG. 2.

Quand on veut conſtruire une plate-Bande *LDEF*, on décrit ſur la ligne *LF* qui en doit déterminer l'étenduë, un triangle équilateral *LAF*; dont le point *A* ſert de centre pour trouver la coupe des Clavaux; ainſi les lignes *LD* & *EF*, (qui ne ſont autre choſe que les côtés du triangle prolongé,) marquent les joints des deux derniers Clavaux qui s'apuyent ſur les coulineis, de ſorte que c'eſt le Trapeze *LDEF*, qui cauſe la pouſſée que les piés-droits ont à ſoûtenir: or ſi l'on ſuppoſe la ligne *LF* de 24 pieds, l'épaiſſeur *CK* de 3, & la hau-

teur *LS* des piés-droits de 15, il faut pour en trouver l'épaiſſeur, ſe propoſer quatre operations.

La premiere, eſt de chercher la valeur de la perpendiculaire *AK* par le moyen du triangle *LAK*, dont le côté *LA* étant double de *LK*, l'un ſera de 12, & l'autre de 24, qui donneront 20 pieds 9 pouces 4 lignes pour *KA*, que nous nommerons premier terme.

La deuxiéme, eſt de chercher la ſuperficie du Trapeze *LDCK*; (que l'on trouvera d'environ 38 pieds 3 pouces,) qu'il faut diviſer par la hauteur du pié-droit (qui eſt de 15) & l'on aura 2 pieds 6 pouces 7 lignes, pour le ſecond terme.

Pour la troiſiéme, il faut diviſer la valeur de la ligne *AK*; (c'eſt-à-dire 20 pieds 9 pouces 4 lignes,) par le quart de la largeur *LF* de la plate-Bande (qui eſt 6) multiplier le quotien (3 pieds 5 pouces 6 lignes,) par la ſuperficie du Trapeze *LDCK* (que lon a trouvé dans la ſeconde operation de 38 pieds 3 pouces) & le produit ſera 2 pieds 3 pouces 4 lignes, pour le troiſiéme terme.

Enfin pour la quattiéme operation, il faut quarrer le 2e terme (2 pieds 6 pouces 7 lignes) & ajoûter le produit (6 pieds 5 pouces 9 lignes) au troiſiéme, (2 pieds 3 pouces 4 lignes) de la ſomme (qui eſt 138 pieds 9 pouces 1 ligne) extraire la racine quarrée (qui ſera de 11 pieds 9 pouces 4 lignes,) de laquelle retranchant la valeur du ſecond terme, (j'entends 2 pieds 6 pouces 7 lignes) la difference 9 pieds 2 pouces 9 lignes, ſera l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits pour ſoûtenir la pouſſée de la plate-Bande dans l'état d'équilibre.

Remarque.

Quoique les régles que nous venons d'enſeigner dans les quatre Problêmes précedens, ayent donné un peu plus d'épaiſſeur qu'il ne faloit aux piés-droits pour être en équilibre avec la pouſſée qu'ils avoient à ſoûtenir, on prendra garde que cette petite augmentation ne ſuffit pas dans la pratique où il faut que la puiſſance réſiſtante, ſoit toujours beaucoup au-deſſus de celle qui agit, afin que l'ouvrage en ſoit plus ſolide; c'eſt pourquoi il eſt à propos d'en augmenter l'épaiſſeur d'un ſixiéme de ce qu'on aura trouvé par le calcul; ou bien ſi on l'aime mieux, on pourra ſans y faire aucune augmentation, fortifier les piés-droits par des contreforts, qui eſt le parti le plus convenable & le plus conforme à l'uſage, du moins quand il s'agit des ouvrages qui ont raport à la Fortification, étant les ſeuls que j'ai enviſagé. Car j'aurois pû dans les Chapitres précédens auſſi-bien que dans celui-ci, parler de la conſtruction des voutes des Egliſes

& de celles des autres Edifices qui demandent de la légereté & une certaine hardieſſe, peut-être même que les idées que j'ai là-deſſus pourroient mériter l'attention des Curieux, principalement des Architectes : mais je n'ai pas voulu m'écarter de mon ſujet, ni trop m'étendre ſur ce qui auroit pû me diſtraire des autres parties qui doivent compoſer la ſuite de mon ouvrage.

Je ne dirai rien non plus de la maniere de déterminer la longueur des contreforts par raport à leur épaiſſeur & leur diſtance, parce que je n'aurois pû le faire que par des opérations très-compoſées ; mais comme on peut s'en paſſer, puiſque les perſonnes qui ſont dans l'uſage de faire travailler, ont ordinairement aſſez de connoiſſance pour prendre d'eux-mêmes de juſtes meſures, les quatre propoſitions précédentes leur ſuffiront.

PROPOSITION CINQUIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux Culées des Ponts de Maçonnerie, pour ſoûtenir en équilibre la pouſſée des Arches.

59. Voulant faire un Pont compoſé d'une Arche en plein-ceintre *BDI*, il faut élever ſur le ceintre *A* la perpendiculaire *AG*, & diviſer le quart de cercle *BD* en deux également par le rayon *AF*, enſuite mener la ligne *MK* parallele à *EA*, enſorte qu'elle paſſe par le point *L* milieu de l'épaiſſeur *FC* de l'Arche, & alors elle déterminera la hauteur la plus convenable qu'il faut donner à la Culée *MPSQ*. Or ſuppoſant le rayon *AB* de 36 pieds, l'épaiſſeur *FC* ou *GD* de 6, & la hauteur *BS* de 12, on trouvera l'épaiſſeur *PS* de la Culée en faiſant les quatre opérations ſuivantes. PLANCHE 6. FIG. 6.

Pour la premiere, il faut quarrer la ligne *AL* (de 39 pieds) prendre la moitié du produit & en extraire la racine (qu'on trouvera de 27 pieds 7 pouces) pour avoir la valeur de chaque côté *LV*, ou *VA* du triangle rectangle *LAV*, & l'on aura en même tems la partie *BV* (de 8 pieds 5 pouces qu'il faut écrire à part, parce qu'on en aura beſoin dans la troiſiéme opération,) enſuite ajoûter enſemble les lignes *LV* & *BS*, pour avoir la hauteur *MP* de la Culée de 39 pieds 7 pouces, qui ſera le premier terme.

Pour la ſeconde, il faut chercher la valeur des deux cercles des rayons *AD* & *AG* ; (c'eſt-à-dire, de 36 & de 42 pieds, en prendre la difference, & la huitiéme partie de cette difference (qu'on trou-

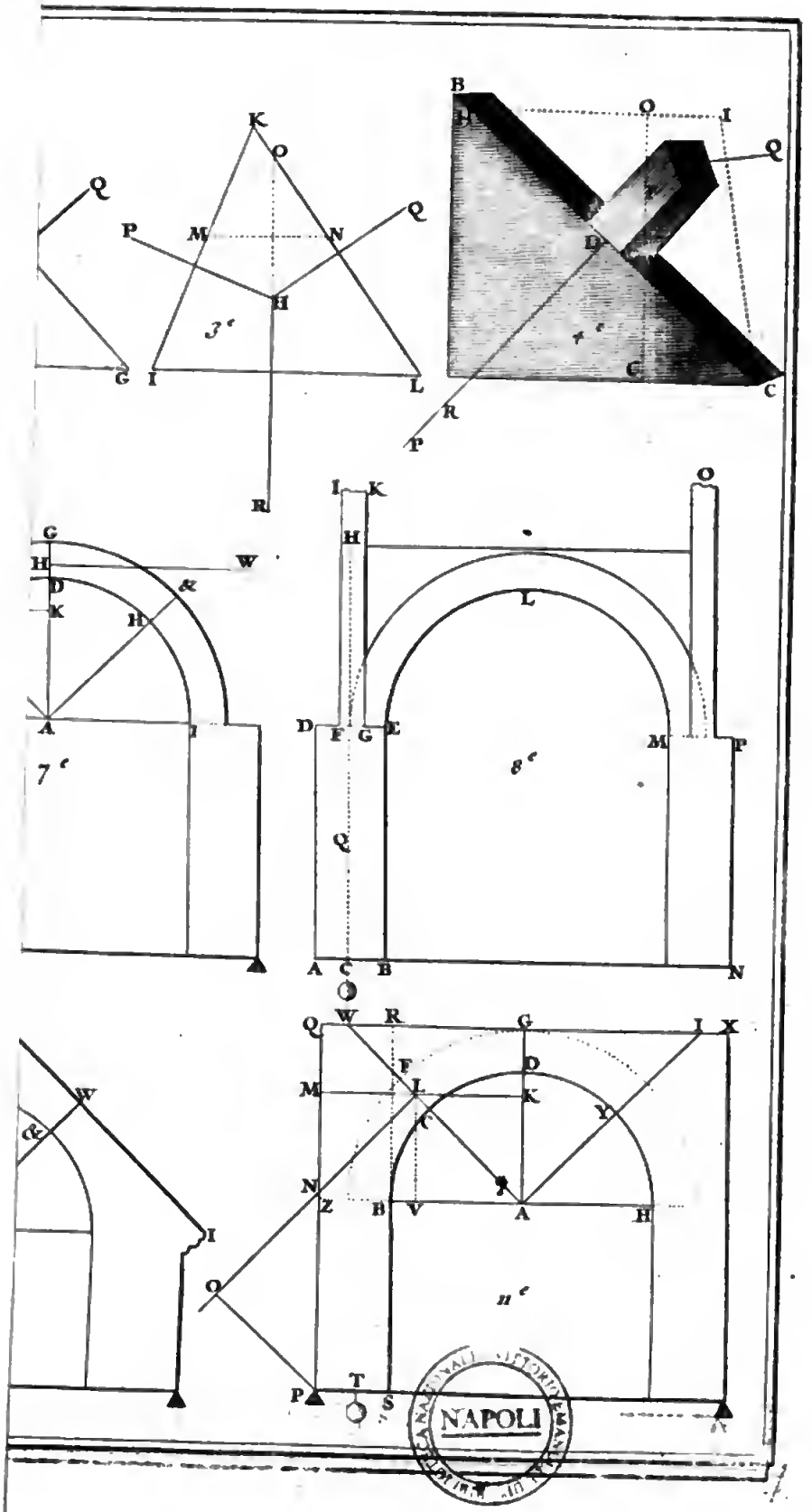
vera de 184 pieds quarrés,) qu'il faut diviſer par le premier terme (j'entends par 39 pieds 7 pouces) & le quotien donnera 4 pieds 7 pouces 9 lignes pour le ſecond terme.

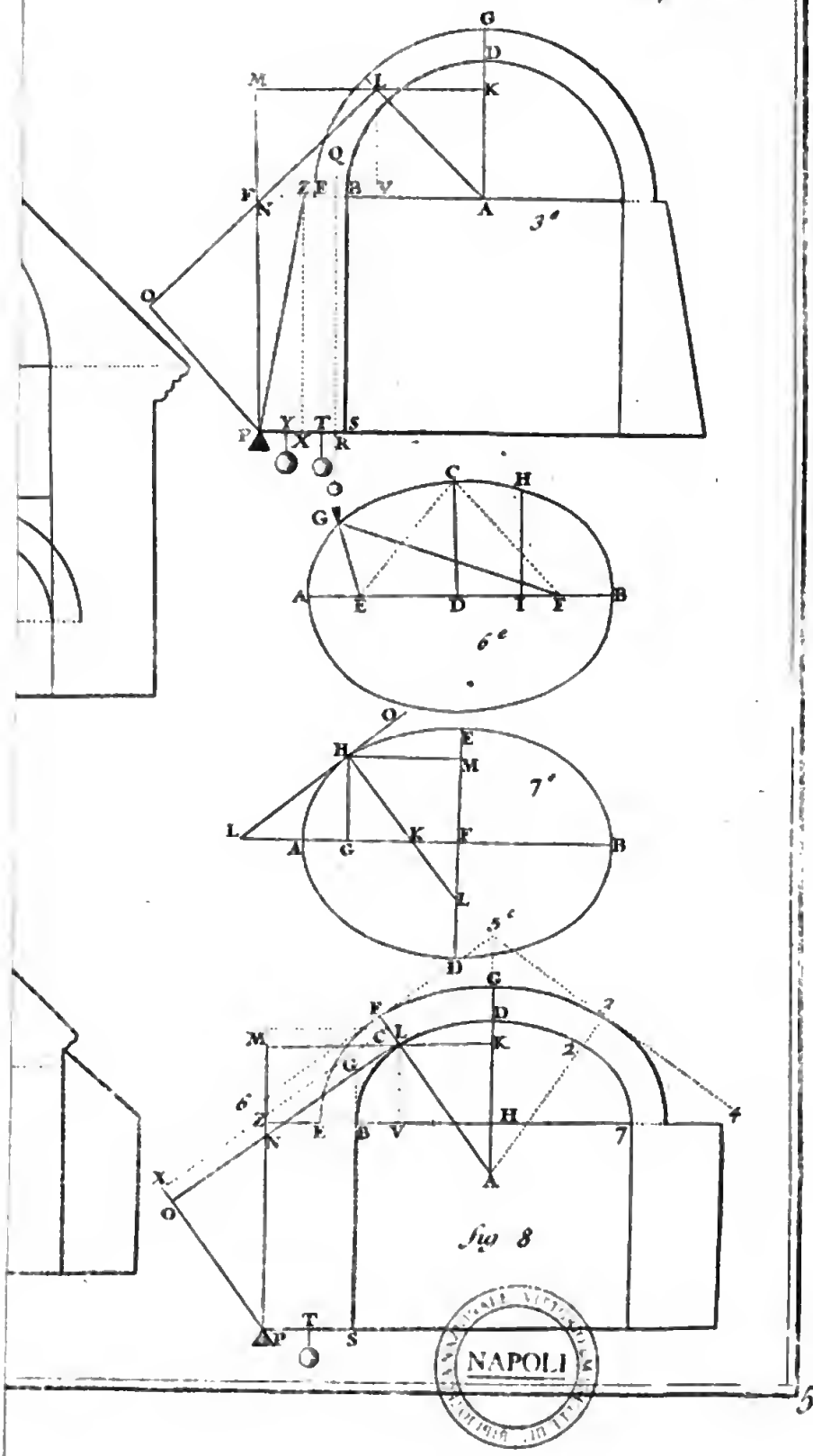
Pour la troiſiéme, il faut ſouſtraire la partie *BV* (de 8 pieds 5 pouces qu'on a trouvé dans la premiere opération) du premier terme (39 pieds 7 pouces,) la difference (31 pieds 2 pouces) doubler & l'on aura 62 pieds 4 pouces, pour le troiſiéme terme.

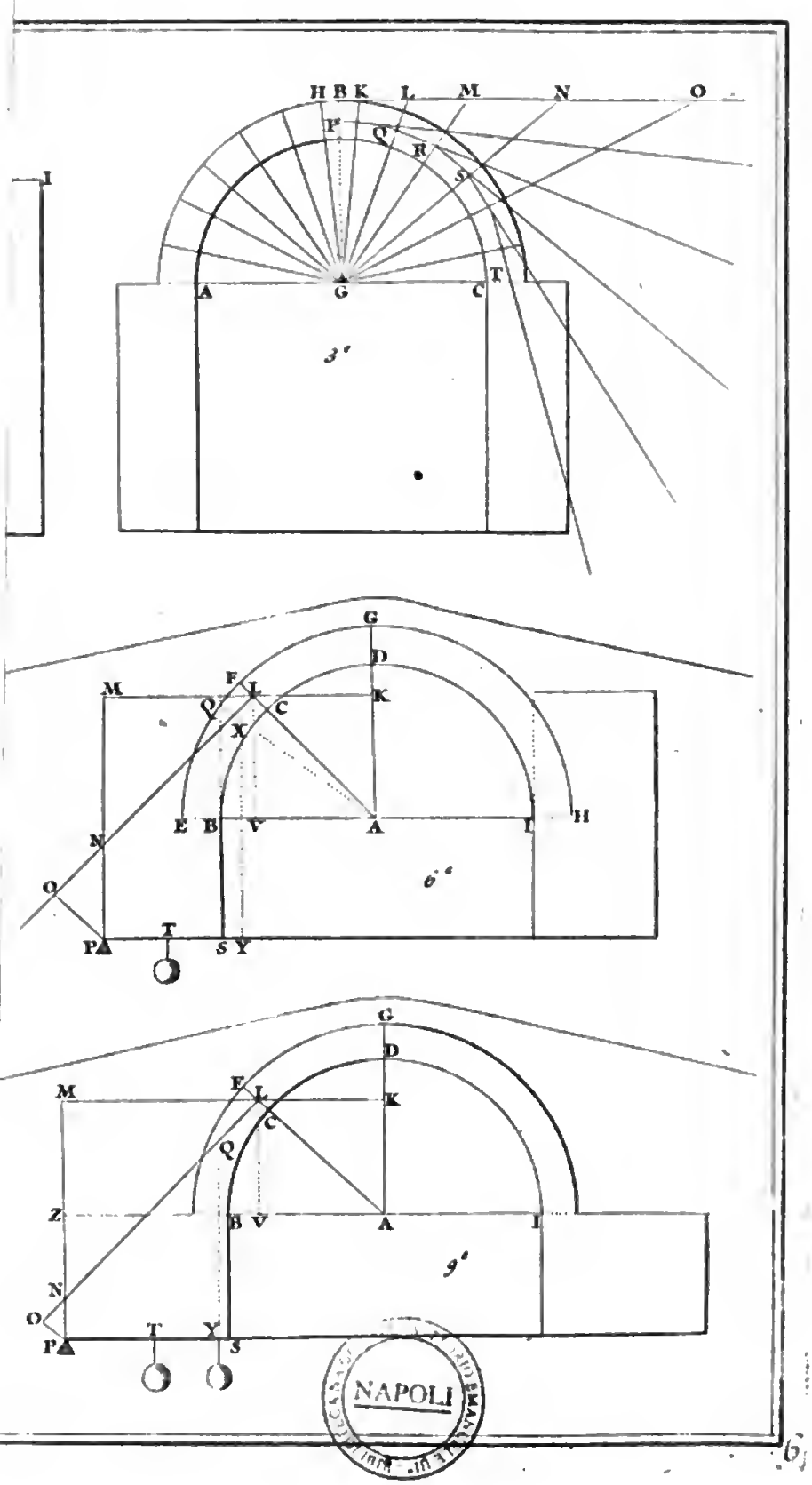
Enfin pour la quatriéme, il faut ajoûter le ſecond terme (4 pieds 7 pouces 9 lignes,) au troiſiéme (62 pieds 4 pouces, pour avoir 66 pieds 11 pouces 9 lignes) qu'on multipliera par le ſecond terme, & extraire la racine quarrée du produit (311 pieds qu'on trouvera de 17 pieds 7 pouces, 9 lignes, de laquelle retranchant le ſecond, (4 pieds 7 pouces 9 lignes) la difference ſera 13 pieds, pour l'épaiſſeur de la Culée; & ſi on l'augmente d'une ſixiéme, ſuivant la remarque précédente, il faudra lui donner 15 pieds 2 pouces pour mieux ſoûtenir le poids de la Chauſſée du Pont, & les Voitures qui paſſeront deſſus.

Remarque.

Quoique les calculs précédens ſoient bien aiſés, j'en aurois volontiers diſpenſé ceux qui n'en ont pas l'habitude, ſi j'avois pû donner des Tables pour trouver l'épaiſſeur des piés-droits des Voutes dans toute ſorte de cas; mais c'eſt ce qui ne m'a pas parû poſſible à cauſe que les Edifices où on les employe, ſont ſujets à une infinité de circonſtances differentes, ſoit de la part de leur figure, ou de leur ſolidité, ſelon les uſages auſquels on les deſtine, & ſi l'on ſçavoit ce qu'il m'en a coûté pour réduire la Théorie aux pratiques que je viens d'enſeigner, l'on conviendroit que tout bien conſideré, on n'a pas lieu d'être mécontent de moi, puiſque j'ai fait tout ce qui étoit en mon pouvoir pour m'accommoder aux differens génies de mes Lecteurs; comme on s'en appercevra encore mieux dans la ſuite.


K
O
Q
P
M
N
Q
H
3ᵉ
G
I
L
R
B
O
I
Q
D
4ᵉ
C
C
R
P
G
H
W
D
K
H
&
A
7ᵉ
I
K
H
L
O
D
F
G
E
M
P
8ᵉ
Q
A
C
B
N
Q
W
R
G
I
X
F
D
M
L
K
Y
C
N
Z
B
V
A
H
n ᵉ
W
&
I
O
P
T
S
NAPOLI


G
D
M
L
K
Q
F
N
Z
E
B
V
A
3e
O
P
Y
X
T
R
S
C
H
G
A
E
D
I
F
B
6e
O'
H
E
M
7e
L
K
F
A
G
B
L
5e
D
G
F
D
M
C
L
K
2
3
G
6
Z
E
B
V
H
7
4
A
X
O
fig 8
P
T
S
NAPOLI


H B K L M N O
P Q R S
I
A G C T
3'
G
D
M F L K
Q C
X
E B V A I H
N
O
P T S Y
6'
G
D
M E L K
C
Q
Z B V A I
9'
N
O
P T Y S
NAPOLI

LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE TROISIE'ME.

Qui comprend la connoiſſance des Matériaux, leur proprieté, leur détail, & la maniere de les mettre en œuvre.

AVANT de parler de la Conſtruction des Ouvrages de Fortification, qui vont faire le principal objet de ce Livre, il eſt à propos de donner la connoiſſance des matériaux néceſſaires à leur exécution, afin qu'on en ſache diſtinguer les bonnes & mauvaiſes qualitez. Il y a un enchaînement de détails qui ſont la principale partie de l'Art de bâtir, & qu'on ſe propoſe de bien développer ici : Ils paroîtront peut-être groſſiers & peu importans à ceux qui n'ont jamais fait travailler, cependant ſi l'on fait réflexion que pour exécuter un projet, il faut dreſſer des Devis

qui expliquent les qualitez des materiaux dont il faudra ſe ſervir ; & la maniere de les employer, l'on verra la neceſſité d'être bien inſtruit des ſujets qui ſont l'objet des Chapitres ſuivans.

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on fait voir les proprietez des differentes ſortes de Pierres dont on ſe ſert pour bâtir.

LA Pierre tenant le premier rang parmi les materiaux que nous nous propoſons de décrire, il convient de commencer par en expliquer la nature ; on en diſtiſtingue de deux qualitez differentes, l'une dure & l'autre tendre ; celle qui eſt dure eſt ſans difficulté la meilleure, il s'en renconrre pourtant quelquefois de tendre qui réſiſte mieux à la gelée que l'autre, mais comme cela n'eſt pas ordinaire, on ne doit pas y compter ; car comme les parties de la pierre dure ont leurs pores plus condenſez que celles de la tendre, elles doivent être capables d'une plus grande réſiſtance, ſoit aux injures du tems ou au courant des eaux dans les Edifices Aquatiques : mais pour bien connoître la nature de la pierre, il eſt à propos de rendre raiſon pourquoi celle qui eſt dure auſſi-bien que la tendre eſt ſujette à la gelée qui la fend & la fait tomber par éclat.

Dans l'aſſemblage des parties qui compoſent la pierre, il y a des pores imperceptibles remplis d'eau & d'humidité, qui venant à s'enfler dans le tems des gelées, fait effort dans ces pores pour occuper un plus grand eſpace que celui où elle eſt reſſerrée, & la pierre ne pouvant réſiſter à cet effort, ſe fend & tombe en deſtruction ; ainſi plus la pierre eſt compoſée de parties argilleuſes & graſſes, & plus elle doit participer de l'humidité, & par conſéquent être ſujette à la gelée.

Ce n'eſt pas ſeulement la gélée qui détruit la pierre, on croit que la Lune l'altere, ce qui peut arriver pour les pierres d'une certaine eſpece, dont les rayons de la Lune peuvent diſſoudre les parties les moins compactes : en ce cas on pourroit croire que ces rayons ſont humides, & que venant à s'introduire dans les pores de la pierre, ils ſont cauſe de la ſéparation de ces parties, qui tombant inſenſiblement en parcelles, la fait paroître moulinée ; il en ſera au reſte tout ce que l'on voudra ; mais ce qui me réjoüit, c'eſt que ſi la Lune mange ou moulne les pierres, la terre qui doit être une

bien plus grande Lune, a bien ſa revanche, & les Pierres de là haut ſans doute n'ont pas beau jeu.

Dans les endroits où l'on ſe propoſe de bâtir, on pourra juger de la qualité de la pierre des Carrieres des environs, par l'examen de celle dont on aura conſtruit quelques anciens édifices; mais ſi l'on vouloit en employer d'une nouvelle Carriere dont on n'eût pas encore fait uſage, il faudroit en prendre quelques quartiers, tirez de differens endroits de la Carriere, qu'on expoſera ſur une terre humide, pour lui laiſſer eſſuyer la gelée d'une partie de l'hyver, & s'ils réſiſtent dans cette ſituation, on pourra s'aſſurer qu'elle eſt bonne; on peut encore avoir recours à diverſes obſervations, pour connoître ſi elle eſt d'un bon uſage, par exemple on ſe méfiera de celles qui ſont de couleur d'un jaune foncé, parce que ſouvent cette couleur ne vient qu'à cauſe que la pierre eſt graſſe, ou n'a pas encore jetté ſon eau de Carriere; de celles où l'on appercevra des veines brunes ou rouges, & qui ont une groſſeur conſidérable de *bouzin*, ou dont les parties ne ſont pas aſſez ſerrées pour réſiſter aux empreintes qu'on voudroit faire deſſus en les frapant avec une baguette, de celles qui ſont ſi graſſes qu'elles paroiſſent mouliner & qui s'écaillent trop facilement & ſe réduiſent en feüille, dès qu'on les frape avec le marteau; de celles enfin qui ſont trop fraîchement tirées des Carrieres & qu'on ne peut gueres employer ſeurement quand même elles n'auroient pas les défauts que nous venons de remarquer, qu'après les avoir expoſées en hyver à la gelée. Mais ſi l'on eſt preſſé il faudra au moins les mettre en œuvre à la fin du Printems, afin que les chaleurs de l'Eté faſſent évaporer l'humidité qu'elles renferment pour être enſuite à l'épreuve des plus rudes ſaiſons.

On jugera de la bonté de la pierre ſi elle eſt bien pleine, d'une couleur égale, ſans veine, d'un grain fin & uni, ſi les éclats s'y coupent net & rendent quelque ſon.

Quand on employe la pierre, il faut faire en ſorte de la poſer ſur ſon lit, je veux dire de la même façon qu'elle étoit placée dans la Carriere, parce que ſelon cette ſituation elle eſt capable de réſiſter, autant qu'il lui eſt poſſible, au poids des gros fardeaux dont elle ſera chargée, au lieu que poſée d'un autre ſens elle s'éclate, & n'a pas à beaucoup près autant de force; la plûpart des bons ouvriers connoiſſent d'un coup d'œil le lit de la pierre; mais à moins qu'on y prenne garde, ils ne s'aſſujettiſſent pas toûjours à la poſer comme il faut.

Quand on conſtruit quelque édifice, où on eſt obligé de ſe ſer-

vir des pierres de differente qualité, il faut prendre garde d'employer la meilleure, la plus dure, & celle qui réſiſte le mieux à la gelée, aux endroits qui ſont expoſés à l'air, réſervant celles qu'on ſoupçonnera n'être pas ſi bonne, pour les placer dans les fondemens & aux endroits couverts.

Dans les Carrieres la Pierre s'y trouve ordinairement diſpoſée par bancs, dont l'épaiſſeur change ſelon les lieux & la nature de la Pierre; par exemple celle d'Arcueil proche Paris, porte depuis douze juſqu'à quinze pouces de banc. Il y a d'autres Carrieres aux environs de la même Ville, dont les bancs ont juſqu'à deux pieds & demi, & trois pieds; mais ſans nous arrêter davantage là-deſſus, il ſuffit de dire que quand on fait bâtir dans un Pays, où l'on n'a point une parfaite connoiſſance de toutes ces particularités, il faudra s'en inſtruire ſur les lieux, afin de pouvoir circonſtancier dans le Devis, de quelle Carriere les Pierres devront être tirées, afin qu'elles conviennent à l'ouvrage que l'on a deſſein d'exécuter.

Quand la Pierre que l'on veut mettre en œuvre, eſt compoſée d'aſſez gros quartiers, pour être taillée de telle figure que l'on veut, on la nomme Pierre *de taille*: à l'égard de celle dont on ne fait qu'ôter le bouſin, & qu'on équarit groſſierement pour être employée au rempliſſage des gros murs, & dans les fondemens, on l'appelle *moîlon*, que l'on tire des Carrieres, dont les bancs n'ont pas aſſez de hauteur pour pouvoir être taillées & employées au parement.

Il s'employe aux environs de Paris un moîlon qu'on nomme Pierre de *Meuliere*, qui eſt fort dure & fort poreuſe, & qui fait une maçonnerie excellente, parce que le mortier s'y attache mieux qu'à toute autre ſorte de Pierres, & c'eſt par cette raiſon que la Brique quand elle eſt bonne, vaut mieux pour l'union de la maçonnerie, que la plûpart des Pierres dures, parce que le mortier s'inſinuë dans ſes pores, & s'y attache fortement.

On ſe ſert encore pour les fondemens d'une autre eſpece de Pierre plus dure que le moîlon, qu'on nomme *libage*, elle ſe tire du ciel des Carrieres; on l'employe brute, ne pouvant être taillée proprement, à cauſe qu'elle eſt toûjours d'une forme irréguliere.

Le *Grès* qui eſt une eſpece de Roche, ſe trouve preſque toûjours à découvert, & c'eſt ce qui contribuë à ſa dureté; car en général toutes les Pierres qu'on trouve ſans creuſer beaucoup en terre, ſont plus ſolides que celles que l'on tire du fond des Carrieres; & c'eſt à quoi les anciens s'attachoient beaucoup, puiſque pour rendre leurs Edifices d'une plus longue durée, ils ſe ſervoient de Pierres provenant des entamures des Carrieres qu'on découvroit;

on diſtingue de deux ſortes de Grès, le dur & le tendre; le dur n'eſt bon que pour paver les ruës & les grands chemins, le tendre ſe coupe & ſe débite comme les Pierres ordinaires; on l'employe au ſoubaſſement des gros murs, principalement pour ceux qui ſont baignés des eaux, ſon défaut eſt de ne pas faire une bonne liaiſon; c'eſt pourquoi on fait des hachures dans les joints pour que le mortier s'y acroche mieux; ces joints ſe rempliſſent en dehors avec du ciment, parce qu'il s'attache mieux à la Pierre dure que le mortier ordinaire.

CHAPITRE DEUXIE'ME.

Où l'on conſidere les qualités de la Brique, & la maniere de la fabriquer.

LA Brique étant une eſpece de Pierre artificielle, dont l'uſage eſt très-fréquent dans les conſtructions des Edifices, particulierement pour les Fortifications; nous en allons faire le détail, qui quoique groſſier en apparence, ne laiſſe pas d'être utile à ſçavoir à ceux qui ont la conduire des travaux, pour qui les moindres choſes ne doivent pas être indifferentes, quand elles peuvent contribuer à la perfection de leur métier.

Pour bien choiſir une terre propre à faire de la Brique, il faut qu'elle ſoit graſſe & forte, de couleur blanchâtre, ou grisâtre, ſans qu'il s'y renconrre des petits cailloux ni gravier; il y en a auſſi de la rouge qui peut ſervir au même uſage; mais elle n'eſt pas des meilleures, parce que les Briques ſont ſujettes à ſe feüilleter & à ſe réduire en poudre à la gelée; mais ſans prendre garde ſcrupuleuſement à la couleur, on jugera qu'une terre eſt bonne pour faire de la Brique, ſi après une petite pluye, on s'apperçoit qu'en marchant deſſus elle s'attache aux ſouliers, & s'y amaſſe en groſſe quantité, ſans qu'elle s'en détache aiſément; ou ſi en ayant pétri dans les mains, on ne peut la diviſer qu'avec peine.

Après avoir choiſi une eſpace de terre convenable, on la fait foüiller avec la houë, & ayant reconnu qu'elle eſt également bonne par tout, on attend le tems de la pluye, parce qu'en étant bien imbibée, on la corroye enſuite avec la houë & le rabot, après quoi on la laiſſe repoſer pendant quelque tems, au bout duquel on recommence la même choſe, ce que l'on fait quatre ou cinq

fois à diverſes repriſes : on commence ordinairement la préparation des terres dans le mois de Mars ; mais il vaudroit mieux la faire dans l'hyver, parce que les petites gelées ſont excellentes pour les bien corroyer : le veritable tems pour faire la Brique, eſt pendant le mois de May & de Juin, parce que dans cette ſaiſon elle a tout le tems de ſeicher, pour être enſuite plus propre à mettre au Four ; car il faut autant qu'il ſe peut, éviter la ſaiſon trop avancée, les Briques faites alors, n'étant pas ſi bonnes à beaucoup près que celles qui ſont faites en Eté.

Ce n'eſt pas aſſez d'avoir inſinué ce qui peut contribuer à faire de bonnes Briques, il faut encore diſcerner les bonnes & mauvaiſes qualitez de celles qui ſe trouvent en Magaſin, puiſque c'eſt de-là que dépend la durée de l'ouvrage qu'on veut exécuter : Vitruve raporte que de ſon tems dans la fameuſe Ville d'Utique, le Magiſtrat pour empêcher toute mal-façon, ne permettoit pas qu'on en employât pour aucun Edifice, qu'il ne les eût viſitées auparavant & donné ſon approbation : on s'apperçoit bien que cette ſage police n'eſt plus d'uſage parmi nous, puiſqu'à la confuſion de la plûpart des Entrepreneurs, l'on voit tous les jours des Bâtimens menacer ruine, avant pour ainſi dire d'être achevés.

La Brique qui eſt d'une couleur jaune, approchant un peu d'un rouge pâle, eſt bonne, parce qu'ordinairement elle a été faite d'une terre graſſe, comme eſt celle dont nous venons de parler. On connoîtra encore la bonne Brique au ſon ; car celle dont il ſera le plus net, ſera préferable aux autres dont le ſon eſt ſourd : Il arrive aſſez ſouvent que des Briques faites d'une bonne terre, & préparées également, ſont de différentes couleurs, & par conſéquent de différentes qualitez ; & cela ſe diſtingue ſurtout quand on en voit qui ſont plus rouges les unes que les autres, qui n'en ſont pas pour cela meilleures ; mais au contraire, puiſqu'elles ſont d'une très-mauvaiſe qualité, parce qu'elles ont été placées dans le Four à des endroits où le feu n'a pas eu aſſez de force pour les cuire, ce qui fait qu'elles ne réſiſtent pas à la gelée ni au poids dont elles ſont chargées, ſe caſſant & ſe réduiſant en poudre facilement.

Enfin la preuve la plus ſûre pour connoître la bonté de la Brique, quand il s'agit de quelque ouvrage d'importance, dont on peut differer l'exécution d'une année, c'eſt de coucher celles que l'on veut employer, ſur la terre pendant l'hyver pour y eſſuyer la gelée, parce qu'alors celles qui y auront réſiſté ſans ſe feüilleter, & auſquelles il ne ſera arrivé aucune alteration conſiderable, pourront être miſes en œuvre en toute ſûreté.

La grandeur ordinaire des Briques eſt de 8 ou 9 pouces de longueur ſur 4 ou 4 & demi de largeur & 2 d'épaiſſeur; ces dimenſions ſont le plus en uſage, parce qu'elles rendent les Briques fort commodes pour être miſes en œuvre.

Quand les murs n'ont qu'une médiocre épaiſſeur, on les détermine par le nombre des Briques qu'il faut pour en marquer l'étenduë, tels ſont ceux de deux Briques, d'une Brique & demi, & d'une Brique, dont on ſe ſert pour les murs mitoyens, ou pour ceux de clôture.

CHAPITRE TROISIE'ME.

Où l'on fait voir les qualitez de la Chaux & la maniere de l'éteindre.

LA Chaux pouvant être regardée comme l'ame de la Maçonnerie, il eſt de la derniere conſéquence d'être bien inſtruit de tout ce qui lui appartient, afin que dans l'uſage que l'on en fera, on parvienne à cette fin principale que l'on doit ſe propoſer en conſtruiſant les Bâtimens, qui eſt de faire enſorte que les materiaux ſoient ſi bien unis qu'ils ne paroiſſent plus compoſer qu'une ſeule pierre.

La Chaux eſt une pierre calcinée, qui ſe détrempe avec de l'eau & du ſable pour en compoſer le mortier: pour faire de la bonne Chaux, il faut ſe ſervir de pierres très-dures, peſantes & blanches, & de toutes celles qu'on peut employer, il n'y en a point qui en faſſe de meilleure que le marbre, quand on eſt à portée d'en avoir comme dans le Pays où il eſt commun: la pierre tirée de frais ou nouvellement, eſt meilleure à faire la Chaux que la ramaſſée, & particulierement celle des carrieres humides & à l'ombre, que celles qui ſont plus ſeiches: les cailloux qui ſe rencontrent ſur les Montagnes, ou dans les Rivieres & les Torrens, auſſi-bien que certaines pierres ſpongieuſes & dures qui ſe trouvent quelquefois dans les Campagnes, font une très-bonne Chaux, & l'ouvrage en eſt fort blanc & poli; ce qui fait qu'on s'en ſert ordinairement au crépiſſage des murs: il y a une pierre jaunâtre qui ſe tire aux environs de Boulogne en France, qui fait auſſi une Chaux excellente, & qui eſt la plus eſtimée de toutes celles qu'on peut employer en Picardie & en Artois, où communément elle n'eſt pas trop bonne, parce qu'on la fait avec du moilon tendre & blanc, qui ne differe guere

de la craye, qui eſt la plus mauvaiſe qualité qu'une Pierre puiſſe avoir pour faire de la Chaux.

Le charbon de terre vaut beaucoup mieux pour cuire la Chaux que le bois; car non-ſeulement la cuiſſon en eſt plus prompte, mais c'eſt qu'il rend la Chaux plus graſſe & plus onctueuſe.

Quand la Chaux eſt tirée du Fourneau, il faut pour la bien éteindre, prendre garde que les ouvriers y mettent la quantité d'eau néceſſaire; car le trop peu la brûle, & la trop grande quantité la noye; le mieux eſt de la jetter à diverſes repriſes.

L'on connoît, ſelon Philbert Delorme, que la Chaux eſt bonne lorſqu'elle eſt bien cuite, blanche & graſſe, qu'elle n'eſt pas éventée, & ſonne comme un pot de terre quand on la frape, qu'étant moüillée ſa fumée paroît épaiſſe, & lorſqu'en la détrempant elle ſe lie au rabot.

Selon ce même Architecte, la maniere de la bien détremper pour faire d'excellent mortier, eſt d'en amaſſer dans une Foſſe telle quantité qu'on en aura beſoin, puis la couvrir également partout de bon ſable environ un pied ou deux d'épaiſſeur, enſuite jetter de l'eau pardeſſus ſuffiſamment pour faire que le ſable en ſoit bien abreuvé, afin que la Chaux qui eſt deſſous, ſe puiſſe fuſer & diſſoudre ſans ſe brûler, ce qui arriveroit ſi on ne lui donnoit pas d'eau ſuffiſamment; ſi l'on s'apperçoit que le ſable ſe fende en quelqu'endroit, & faſſe paſſage à la fumée, il faut auſſi-tôt recouvrir les crevaſſes, & moyennant cette préparation, elle ſe convertira en une maſſe de graiſſe, laquelle étant entamée au bout de deux ou trois ans, reſſemblera à un fromage de crême; cette matiere ſera ſi graſſe & ſi glutineuſe, qu'on n'en pourra tirer le rabot qu'avec peine, & fera un mortier d'un excellent uſage pour les enduits des murailles & les Ouvrages de Stuc.

Vitruve remarque qu'il eſt néceſſaire que les Pierres de Chaux ſoient éteintes depuis long-tems, afin que s'il y a quelques morceaux qui ayent été moins cuits que les autres, ils puiſſent, étant éteints à loiſir, ſe détremper auſſi aiſément que les autres; car dans la Chaux qui eſt employée en ſortant du Fourneau, & devant qu'elle ſoit parfaitement éteinte, il reſte quantité de petites pierres moins cuites, qui font ſur l'ouvrage comme des puſtules; parce que venant à s'éteindre plus tard que le reſte de la Chaux, elles rompent l'enduit & le gâtent; il ajoûte auſſi que pour ſçavoir ſi la Chaux eſt bien éteinte & ſuffiſamment détrempée, il faut y enfoncer un coûteau, s'il rencontre des petites pierres, c'eſt une marque qu'elle n'eſt pas encore bien éteinte; de même ſi on le retire net, cela

ſignifiera

ſignifiera qu'elle n'eſt pas bien abreuvée, au lieu que ſi la Chaux s'y attache, on jugera qu'elle eſt graſſe, gluante & bien détrempée.

Il y a cependant une excellente qualité de Chaux qui ne ſe fuſe point, telle eſt celle de Metz & des environs, où il eſt arrivé que des gens qui n'en connoiſſoient pas la qualité, en avoient fuſé dans des trous bien couverts de ſable, & l'année ſuivante elle s'eſt trouvée auſſi dure que la Pierre, il a falu la caſſer avec des coins de fer, & l'employer comme du moîlon: pour éteindre cette Chaux, on la couvre de tout le ſable qui doit entrer dans le mortier, & l'on jette avec la main de l'eau deſſus en arroſant, & cela à pluſieurs repriſes, cette Chaux s'éteint ſans qu'il ſorte de fumée au-dehors, elle fait un ſi bon mortier, qu'à Metz preſque toutes les Caves en ſont faites ſans autre mêlange que de gros gravier de Riviere; il n'y entre ni Pierre ni Brique, & cela fait un maſtic ſi dur, que les pics les mieux acerés n'y peuvent mordre, lorſque ce mortier a fait corps.

Dans toutes les obſervations qu'on a faites ſur la Chaux, on a connu que plus elle eſt vive, plus elle foiſonne quand on l'éteint, porte davantage de ſable, fait ſon mortier gras & bon, qu'étant gardé long-tems après avoir été éteinte, pourvû qu'elle ſoit dans des foſſes bien couvertes de ſable, elle en eſt meilleure; c'eſt pourquoi les Romains ne vouloient pas qu'on en employât pour leurs Edifices, qu'elle ne fût éteinte depuis deux ou trois ans; on a remarqué encore que la Chaux en pouſſiere ne valoit rien, parce que ſon ſel ayant changé de nature & de vertu, elle n'avoit plus celle de faire corps dans la Maçonnerie.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

Où l'on explique les qualités du Sable, de la Pozzolane & du Plâtre.

APrès avoir montré dans le Chapitre précédent, les qualités de la Chaux, nous en allons faire de même pour le Sable, afin qu'étant prévenus de tout ce qui regarde ces deux matieres, on ſache par leur mélange compoſer un bon mortier: il faut pouvoir être Maçon avant de devenir Architecte, & puiſqu'il faut néceſſairement paſſer par-là, je prie ceux qui verront les premiers Chapitres de ce Livre, de ne point s'ennuyer de la ſterilité des ſu-

jets qu'on y traite, ils doivent s'eſtimer fort heureux, d'en être quittes pour la lecture.

L'on diſtingue principalement deux ſortes de Sable, dont on peut ſe ſervir pour faire le mortier, l'un eſt le Sable de *Cave*, que l'on nomme ainſi, pour faire entendre qu'on le trouve en foüillant dans la terre, l'autre s'appelle Sable de *Riviere*, parce qu'effectivement on le prend dans les lits des Rivieres & des Fleuves. Le Sable de Cave ſe rencontre aſſez ſouvent ſans approfondir beaucoup dans la Terre, où il forme preſque toûjours des bancs, dont l'étenduë & l'épaiſſeur changent ſelon la différence des lieux, qui lui donnent auſſi une couleur différente; mais comme la couleur ne décide rien ſur ſa bonne & mauvaiſe qualité, & qu'il eſt ſeulement queſtion du grain, il faut pour être d'un bon uſage, qu'il ne ſoit point gras ni terreux; c'eſt-à-dire, qu'il ne ſoit point mêlé avec de la terre, mais au contraire net, enſorte qu'en le frottant entre les doigts, il raiſonne; celui qui eſt blanc eſt ordinairement le moins chargé de terre, & peut s'employer ſûrement ayant attention que le grain en ſoit d'une certaine groſſeur; car quand il eſt par trop fin & preſque imperceptible, il ne fait point de corps avec la Chaux, & le mortier qui en eſt compoſé, ſe réduit par la ſuite en pouſſiere.

Le Sable de Riviere eſt à préferer à celui de Cave, parce qu'il eſt moins gras & beaucoup meilleur pour les enduits; ainſi quand on eſt à portée d'en avoir, il faut, autant qu'il eſt poſſible, ne pas le négliger; il eſt vrai qu'il arrive aſſez ſouvent qu'en foüillant pour creuſer les fondemens, on en rencontre de Cave qu'on auroit tort de ne point employer, quand il eſt bon; parce que ſe trouvant tout porté ſur l'atelier, on évite la dépenſe de l'aller chercher ailleurs, & le tranſport de la vuidange des terres qu'il faudroit faire ſans cela; mais ce motif quoique puiſſant pour ceux qui aiment l'œconomie, ne doit point prévaloir ſur le tort que l'on auroit d'employer dans le mortier, (comme on fait aſſez ſouvent) une terre jaune au lieu de Sable, parce que cette terre aura paru dure & ſabloneuſe.

Le Sable de Riviere ſe tire de leurs lits avec des Dragues faites à cet uſage, celui qui eſt ſur le rivage n'eſt pas tout-à-fait ſi bon, étant ſujet à être mêlé & couvert de vaze, qui eſt une eſpece de terre graſſe qui s'y attache dans le tems des grandes eaux & des débordemens; cependant quand il s'en rencontre qui ne participe pas de ce mêlange, on peut s'éviter la peine de le pécher, ou bien ſi la ſuperficie du rivage eſt chargée de vaze, on en ſera quitte pour enlever une eſpece de croute qui s'y rencontre ordinairement, &

prendre le bon Sable qui eſt deſſous, afin de l'avoir pur ; il ſe trouve encore une eſpece de Sable appellé *gravier*, qui étant purgé de tout ce qui peut le rendre défectueux, eſt auſſi d'un bon uſage ; mais il eſt moins eſtimé que le Sable, parce qu'il n'eſt pas ſi menu, étant mêlé de petits cailloux qui ne s'incorporent pas bien avec la Chaux, & par conſéquent ne peut faire qu'un mortier peu propre à la liaiſon des Pierres, à cauſe de l'épaiſſeur & inégalité des joints, on peut pourtant s'en ſervir dans la conſtruction des fondemens & autres gros Ouvrages. Il ſe trouve ſur le bord de la Mer & dans les Terres, un Sable fort menu, qu'on appelle *ſablon*, dont on ſe ſert quelquefois comme du ſable ordinaire ; mais il n'eſt pas ſi bon : cependant il s'en rencontre d'excellent dans les marais, quand on voit qu'en marchant deſſus il en ſort de l'eau, ce qui lui a fait donner le nom de ſable *boüillant*.

Pour juger du Sable dont on eſt incertain, il faut en jetter dans un vaſe plein d'eau claire, & le broüiller enſuite avec la main, ſi l'on voit que l'eau devienne noire & bourbeuſe, c'eſt une marque qu'il eſt gras & terreux ; ſi au contraire l'eau eſt preſque auſſi claire qu'auparavant, ou n'eſt devenuë qu'un peu trouble, on ſera convaincu que le Sable eſt pur & net.

Il ſe fait encore un mortier de deux eſpeces de poudre ; la premiere eſt la *Pozzolane*, dont la couleur eſt rougeâtre, elle ſe trouve en Italie & au Pays de *Bayes ;* cette poudre eſt très-bonne pour les Bâtimens, & rien au monde ne lie mieux les Pierres que le mortier qui en eſt fait non-ſeulement pour la maçonnerie des Edifices, qui s'élevent dans les lieux ſecs ; mais particulierement pour ceux qui ſe fabriquent au fond de la Mer & dans les Eaux, faiſant corps peu après avoir été employé, parce qu'elle ſe durcit dans l'eau, comme nous l'expliquerons plus amplement ailleurs ; je crois que cette poudre n'eſt autre choſe que la terre & le tuf qui ſont brûlez par les feux ſoûterreins qui ſortent des montagnes, aux environs deſquels on la tire ; & voici, ce me ſemble, la raiſon de ſon admirable proprieté.

Comme la Thuille qui eſt une compoſition de terre, n'a point de vertu avant la cuiſſon pour agir avec la Chaux, & qu'après être cuite & réduite en poudre, elle fait un mortier excellent ; de même la terre bitumineuſe qui ſe trouve au Royaume de Naples, étant brûlée par les feux ſoûterreins, les petites parties qui en réſultent, & qu'on peut regarder comme une cendre, compoſent la poudre de Pozzolane, qui doit par conſéquent participer des proprietés du ciment ; d'ailleurs la nature du terrein peut y avoir auſſi beaucoup

de part, auſſi-bien que l'effet que produit le feu: il y a apparence que l'on nomme cette poudre Pozzolane, parce qu'elle ſe trouve dans le territoire de la Ville de *Pozzol*, ſi fameuſe par ſes grotes, & ſes eaux minérales.

L'autre eſpece de poudre eſt faite d'une terre qui ſe trouve aſſez près du bas Rhin en Allemagne & aux environs de Cologne; on la cuit comme le Plâtre, enſuite on l'écraſe avec des meules à Moulin pour la réduire en poudre; elle eſt ſi commune aux Pays bas, qu'elle en a retenu le nom, la nommant *Terraſſe de Hollande*; elle eſt de couleur griſe, & lorſqu'elle eſt pure & qu'elle n'eſt point falſifiée, ce qui eſt aſſez rare, elle eſt excellente dans les Ouvrages qui ſont baignés des eaux, & réſiſte également à l'injure des ſaiſons differentes, l'humidité & la ſéchereſſe ne pouvant l'alteter, elle retient les Pierres & les autres materiaux enſemble avec une force & une fermeté inébranlable, ce qui fait qu'on l'employe en France & aux Pays bas dans la conſtruction des Ouvrages aquatiques, par la difficulté d'avoir de la Pozzolane à juſte prix: la Cendrée de Tournay eſt auſſi merveilleuſe, comme nous le ferons voir au Chap. ſuivant.

On ſe ſert encore, au lieu de ſable, de certaine poudre artificielle d'un très-bon uſage pour les Bâtimens, on fait piler des fragmens de pots & autres vaſes de Grais & des morceaux de *mache-fer*, proyenans du Charbon de Terre brûlé dans les Forges, leſquels étant réduits en poudre, on y mêle une pareille quantité de Ciment de Pierre de meule de Moulin & de Chaux, dont on compoſe un mortier excellent qui réſiſte parfaitement à l'eau, ſi les Ouvrages où on l'employe en ſont baignés, comme ſont les Ecluſes, Ponts, Citernes, Réſervoirs &c. On fait auſſi un amas de Cailloux qui ſe trouvent dans les Campagnes, ou de *galets* qu'on prend ſur le bord des fleuves, qu'on met au Fourneau, & après les avoir fait rougir, on les retire, puis on les fait piler & réduire en poudre, ce qui en fait une d'un auſſi bon uſage que la Terraſſe d'Hollande.

Il nous reſte encore à parler du *Plâtre*, qui eſt une matiere qui demanderoit elle ſeule une grande diſſertation, ſi l'on vouloit entrer dans les cauſes Phyſiques de ſes proprietés; mais je me trouve malgré moi dans la néceſſité de paſſer ſous ſilence bien des remarques curieuſes qui groſſiroient cet Ouvrage aſſez inutilement: j'ai tant de ſujets différens à traiter, que j'apprehende en voulant m'arrêter ſur certains objets abondans, qu'il ne m'échappe d'ailleurs d'autres vûës plus utiles à la perfection du deſſein que je veux remplir.

Le Plâtre ſe fair d'une Pierre de couleur griſâtre, qui ne ſe trouve que dans certains Pays, particulierement aux environs de

Paris, on la fait cuire au feu comme la chaux; mais elle en eſt bien differente; car la Chaux ne peut être employée ſans le mélange de quelque autre matiere qui la ſoûtienne, & lui donne plus de corps qu'elle n'en a naturellement, au lieu que le Plâtre s'employe tout pur, il ſuffit de l'abreuver avec de l'eau, & auſſi-tôt on le met en œuvre; car il a cela de particulier, que s'il n'eſt pas employé ſur le champ après l'avoir abreuvé, il ſe ſéche & ne peut plus s'appliquer contre d'autres corps, ni recevoir les differentes impreſſions qu'on veut lui donner pour faire des ornemens d'Architecture; comme ſa principale qualité eſt de faire corps dans le moment qu'on le met en œuvre, il n'y a point de matiere dont on puiſſe ſe ſervir plus utilement dans la conſtruction des Bâtimens, & ſur laquelle on ſoit plus ſujet à être trompé par ceux qui la débitent; tantôt le Plâtre ſera mauvais pour être éventé, tantôt parce que la cuiſſon en aura été mal faite, ce qui arrive le plus ſouvent; car comme celui qui étoit aux extrêmités du Four, n'a pas eû un degré de chaleur ſuffiſant pour être calciné juſqu'à un certain point, il n'y a gueres que celui du milieu qui l'a été comme il faut; cependant quand la cuiſſon eſt faite, les Chau-fouriers le mêlent tout enſemble, & quand il eſt en poudre, celui des extrêmités du Four eſt confondu avec celui du milieu; ce dernier qui eût été excellent s'il avoit été employé à part, eſt alteré par le mélange qu'on en a fait, & ne vaut pas, à beaucoup près, ce qu'il étoit auparavant; c'eſt pourquoi dans les Ouvrages de conſéquence qui ſe font avec le Plâtre, il faudroit ne ſe ſervir que de celui qui a été dans le milieu du Four, & avoir pour cela des gens ſur le lieu qui le choiſiſſent, on en ſera quitte s'il le faut, à le payer davantage que celui qu'on vend dans les ſacs; je voudrois même plus, c'eſt que ne pouvant pas compter ſur les Chau-fouriers, on ſuivît la cuiſſon depuis le commencement juſqu'à la fin, pour avoir attention que les Pierres ſoient bien rangées dans le Four; enſorte que les unes ne ſoient pas abſolument embraſées, comme ſont celles qui ſont près le foyer, tandis que les autres qui ſont plus loin, ne reſſentent qu'à peine l'action du feu, qui faute du jour, n'aura pû s'introduire à la ronde; d'ailleurs la bonne cuiſſon conſiſte auſſi à ménager un dégré de chaleur, qui peu à peu deſſeichant l'humidité de la Pierre, faſſe évaporer le ſouffre qu'elle renferme, & la purge des parties de terre dont elle peut être mêlée, prenant garde que la violence de la flâme ne cauſe un deſſeichement abſolu; car comme il y a apparence que la vertu du Plâtre eſt cauſée par un ſel, qui fait que ſes parties s'accrochent les unes aux autres; dès que ce ſel eſt trop deſſeiché, il n'y a plus de liaiſon;

& c'eſt ce que j'ai vû pluſieurs fois remarquer à des Plâtriers, qui étoient étonnés de voir qu'ils ne pouvoient pas mettre en œuvre du Plâtre nouveau, dont ils croyoient être ſurs, parce qu'ils étoient convaincus qu'il n'y avoit aucun mélange.

Quand la cuiſſon a été bien faite, il eſt facile de le connoître, parce que pour lors le Plâtre a une certaine onctuoſité & une graiſſe qui colle aux doigts quand on le manie; au contraire, ſi elle a été mal faite, le Plâtre a de la rudeſſe, & ne s'attache point comme l'autre; après cela toute bonne que puiſſe être cette cuiſſon, elle devient pour ainſi dire nulle, quand on veut employer du Plâtre qui a été gardé long-tems; car cette matiere reſſemble aux liqueurs exquiſes, qui n'ont de ſaveur qu'autant qu'on a eu ſoin de ne pas laiſſer évaporer les eſprits qui en font toute la bonté; ſi le Plâtre n'eſt pas bien renfermé dans des tonneaux placés dans des lieux ſecs, il s'évente; c'eſt-à-dire, que le ſel qui en fait toute la vertu, s'évapore, & il ne reſte qu'une eſpece de cendre, qui étant employée, ne fait plus corps; ainſi l'état le plus convenable où l'on doit prendre le Plâtre, c'eſt de l'employer au ſortir du Four, quand on eſt à portée d'en uſer de la ſorte: l'on remarquera encore que toutes les ſaiſons ne ſont pas propres pour le mettre en œuvre; ſi l'on s'en ſert en Hyver, ou à la fin de l'Automne, les Ouvrages qui en ſont faits, ſont de peu de durée, & ſujets à tomber par éclats, parce qu'alors le froid ſaiſit tout d'un coup le Plâtre, il glace l'humidité de l'eau avec laquelle il a été gâché, & l'eſprit du Plâtre étant amorti, il ne peut plus y avoir d'union; enfin quand on n'eſt point à portée de prendre toutes les meſures dont je viens de parler, pour s'aſſurer de la bonté du Plâtre, on poura au moins choiſir le meilleur de celui qui ſe trouve en magaſin, puiſque pour le connoître, il ne faut qu'en détremper un peu dans la main; celui qui ſe prendra le plus promptement, ſera à préferer à d'autre qui ne fera qu'une eſpece de mortier ſans conſiſtance.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

De la Compoſition du Mortier.

NOus avons dit en parlant de la Chaux dans le troiſiéme Chapitre, qu'après l'avoir éteinte dans des baſſins creuſés en terre, il étoit à propos de la laiſſer repoſer long-tems avant de la mêler

avec le ſable pour faire le mortier, parce qu'en effet rien ne la rend meilleure que cette ſage précaution ; mais comme il n'eſt gueres poſſible d'en uſer ainſi à cauſe de l'impatience où l'on eſt d'executer un ouvrage auſſi-tôt qu'il eſt projeté, je vais décrire la façon la plus ordinaire dont on prépare la Chaux, afin de pouvoir faire du mortier incontinent après.

L'on fait un petit baſſin en terre, auprès duquel on en creuſe un autre plus grand & plus profond, on met dans le petit une certaine quantité de Chaux ſur laquelle on jette de l'eau pour le broyer avec le rabot ; & après qu'elle eſt devenuë liquide, on la fait couler dans le grand baſſin où elle ſe prend enſuite comme un fromage blanc, c'eſt de-là qu'on la tire pour la mêler avec le ſable. Ce mêlange ſe fait ordinairement de deux tiers de ſable, ſur un tiers de Chaux meſurée vive, ou de trois cinquiémes de ſable, ſur deux cinquiémes de Chaux, ſelon qu'elle foiſonne plus ou moins ; car quand elle eſt graſſe & faite de bons Cailloux, on peut mettre juſqu'à trois quarts de ſable ſur un quart de Chaux : ce qui n'eſt pourtant pas ordinaire, parce qu'il eſt rare d'avoir de la Chaux aſſez graſſe pour porter tant de ſable : on ne doit tirer le ſable qu'à meſure qu'on l'employe, ſans en faire de proviſions long-tems auparavant, l'experience faiſant voir que le Soleil l'altere, le deſſéche, & lui ôte une certaine graiſſe qui en fait toute la bonté ; d'un autre côté la pluye en diſſoud les ſels volatils, & par la ſuite il ſe change en une eſpece de terre qui étant mêlée avec la Chaux, ne fait plus corps ni liaiſon dans la maçonnerie. Cependant il eſt à remarquer que s'il eſt queſtion de faire des enduits, il n'y a point de mal que le ſable ne ſoit pas ſi gras, parce qu'autrement il ſe ſeiche fort promptement, fait gerſer le mortier, & par conſéquent empêche que l'enduit ne reſte poli.

Le Ciment ſe mêle auſſi avec la Chaux en plus petite ou plus grande quantité, ſelon qu'elle foiſonne plus ou moins, les doſes ſont les mêmes dont nous venons de parler : cependant l'on fait aſſez ſouvent du mortier compoſé de moitié ſable & moitié ciment, dont l'uſage eſt très-bon pour des Ouvrages qui ne ſont point de la derniere conſéquence ; mais qui méritent pourtant quelqu'attention.

Le mortier de Pozzolane ſe fait à peu-près comme celui de ſable ; il ſert, comme nous avons dit ailleurs, pour la conſtruction des Ouvrages que l'on fabrique dans l'eau.

Pour faire le mortier de Terraſſe, on choiſit la meilleure Chaux non éteinte, & on en prend autant qu'on en veut employer pen-

dans une ſemaine, on en étend environ un pied de hauteur ſur une aire ou batterie, on l'arroſe pour l'éteindre, & enſuite on couvre ce lit de Chaux, d'un autre de Terraſſe d'environ un pied d'épaiſſeur, on laiſſe repoſer cette préparation pendant deux ou trois jours, afin de donner le tems à la Chaux de s'éteindre ; après quoi les Manœuvres viennent avec des hoües broüiller & mêler enſemble la Terraſſe & la Chaux dont ils ſont un gros tas qu'on laiſſe repoſer environ deux jours, au bout deſquels on broüille de rechef une partie de cette préparation, la moüillant de tems en tems juſqu'à ce qu'on s'apperçoive que le mortier eſt de bonne conſiſtance : & quand on en eſt là, on l'employe auſſi-tôt aux Ouvrages pour leſquels il eſt deſtiné ; mais on prendra garde de ne donner cette derniere façon au mortier que la veille du jour qu'on ſe propoſe de l'employer ; c'eſt-à-dire de n'en broüiller qu'autant qu'on aura beſoin ce jour-là, obſervant la même choſe pour les jours ſuivans, tant qu'il y aura de cette compoſition dans le tas. Dans pluſieurs Provinces on prépare le mortier ordinaire de la même façon qu'on vient de voir pour la Terraſſe ; cette pratique n'eſt pas mauvaiſe, & on ne peut que s'en bien trouver.

Outre la Terraſſe d'Hollande, on ſe ſert encore en Flandres d'une poudre quon nomme communément Cendrée de Tournay qui s'employe fort utilement pour la compoſition du mortier des Ouvrages qui ſe font dans l'eau ; comme perſonne (à ce que je crois) n'en a bien expliqué les propriétés, & la maniere de l'employer, je vais rapporter en peu de mots ce que j'en ſçai.

Les environs de Tournay fourniſſent une Pierre bleuë très-dure, & qui fait une Chaux excellente ; quand cette Pierre eſt dans le Four, il s'en détache de petites parcelles qui tombent ſous la grille du Fourneau où elles ſe mêlent avec la cendre du Charbon de terre ; & comme cette cendre n'eſt autre choſe que des petites parties de la hoüille calcinée, c'eſt le mélange qui s'en fait qui compoſe la Cendrée de Tournay, qui ſe débite par les Marchands telle qu'on la tire des Fourneaux.

L'experience faiſant voir que la Pierre dure fait toûjours de bonne Chaux & un mortier excellent pour les Ouvrages aquatiques, quand elle eſt mêlée avec de la poudre provenante du Charbon ou mâche-fer qu'on tire des Forges, comme je l'ai expliqué dans le quatriéme Chapitre : il n'eſt pas étonnant que la Cendrée de Tournay ſoit merveilleuſe pour le même uſage, puiſqu'elle participe à la fois des qualités de ces deux matieres ; car je ne doute pas que les petites parties de Charbon qui ſe trouvent mêlées avec la Cendrée

drée ne contribuënt beaucoup à lui donner la proprieté de ſe durcir dans l'eau comme on le verra plus bas ; ainſi ſans m'arrêter à des diſſertations Phiſiques, je paſſe à la maniere de s'en ſervir.

La premiere attention que l'on doit avoir avant de la préparer eſt de bien balayer le terrain ſur lequel on la doit jetter, on l'éteint enſuite dans une eſpece de baſſin avec une quantité d'eau ſuffiſante ſeulement pour la bien fondre & démêler, après quoi on la paſſe avec une claye faite de fil d'archal qu'on met au-deſſus d'une batterie faite exprès, pavée de pierres plates & unies, & conſtruite de même par les côtés : tout ce qui ne paſſe pas au travers de la claye eſt rebuté ; on bat ce qui eſt dans cette batterie à pluſieurs repriſes pendant dix ou douze jours conſecutifs avec une dame du poids de 30 livres ferrée par le deſſous, juſqu'à ce qu'enfin elle compoſe une pâte bien graſſe & bien fine, on l'employe ſur le champ, ſinon elle peut ſe conſerver pluſieurs mois de ſuite ſans rien perdre de ſa qualité, pouvû que l'on aye ſoin de la couvrir ; car le Soleil, la pouſſiere & la pluye la gâtent ; il faut avoir attention quand on la rebat pour s'en ſervir, de n'y mêler que très-peu d'eau & même point du tout s'il ſe peut ; car à force de bras elle devient graſſe & liquide ſans qu'on ſoit obligé de l'humecter de nouveau, ainſi c'eſt ordinairement la pareſſe des ouvriers, & non pas la néceſſité qui les engagent à y mettre beaucoup d'eau pour la rebattre, ce qui la dégraiſſeroit peu à peu & diminueroit ſa bonté ſi on n'y prenoit garde.

Il y en a qui pour la préparer ſe ſervent de deux baſſins l'un plus élevé que l'autre, tous deux bien pavés & diſpoſés enſorte que ce qui eſt dans l'un, puiſſe couler dans l'autre par une petite grille que l'on a ſoin de maſquer quand on éteint & démêle la cendrée ; dès qu'on juge qu'elle l'eſt ſuffiſamment, on débouche la grille, tout ce qui ne peut pas paſſer au travers eſt rebuté, & ce qui coule dans l'autre baſſin eſt deſtiné à être rebatu comme on vient de le dire.

On ſe ſert de cette cendrée pour la maçonnerie des Ecluſes, Ponts, Aqueducs, Batardeaux, &c. & généralement dans les Maçonneries ordinaires pour aſſéoir les grais & les rejointoyer ; ce qui ſe doit faire depuis le mois d'Avril juſqu'à la fin de Juillet, parce qu'employé dans ce tems-là il n'éclate jamais, ce qui eſt une proprieté remarquable de la cendrée : car la plûpart des cimens ſont ſujets à gerſer ; la Chaux de Boulogne par exemple, qui eſt excellente quand elle eſt employée dans l'eau ne vaut rien à ſec.

On la mêle quelquefois pour plus de précaution avec un ſixiéme de tuileau paſſé au tamis, & je crois que ſi on la mêloit avec de la terraſſe d'Hollande, on pourroit s'en ſervir avec un ſuccès

merveilleux dans la conſtruction des citernes ; car je ne doute pas que ces deux matieres enſemble ne compoſent le plus excellent ciment qu'il ſoit poſſible d'imaginer.

Dans les pays où la bonne Chaux eſt rare, l'on en met quelque fois en œuvre de deux eſpeces ſur les grands atteliers, l'une faite de bonnes pierres dures & l'autre de pierres communes ; la premiere comme la meilleure s'employe pour faire ce qu'on apelle le bon mortier dont on ſe ſert pour les ouvrages qui méritent attention, & l'autre pour faire celui qu'on nomme mortier blanc, qui n'étant pas d'une trop bonne qualité, ne s'employe qu'aux fondations & dans le maſſif des gros murs ; on fait encore un mortier que l'on apelle bâtard, parce qu'il eſt compoſé à la fois de bonne & mauvaiſe chaux dont on ſe ſert auſſi pour les murs d'une épaiſſeur conſiderable; mais il faut prendre garde de ne point en employer dans les ouvrages qui ſont baignés des eaux.

On peut ſe ſervir indifferemment de toute ſorte d'eau pour éteindre la chaux excepté celle des Marais & les autres bourbeuſes & qui croupiſſent ; c'eſt pourquoi on ne doit point permettre aux Maçons d'employer celles qui courent dans les ruës & qu'ils raſſemblent par le moyen d'une petite digue, parce qu'étant chargées d'ordures, elles ne peuvent faire que du mauvais mortier. Autrefois on ne vouloit point ſe ſervir d'eau de la mer, parce qu'on croïoit qu'à cauſe qu'elle eſt ſalée le mortier ne ſéchoit qu'avec peine; mais l'on pretend aujourd'hui que c'eſt une erreur, & qu'elle eſt auſſi bonne & même meilleure que celle de Riviere ; c'eſt ce que je ne déciderai pas n'en ayant point fait l'experience : je ſçai ſeulement qu'on s'en eſt ſervi dans des endroits où elle a fait du mortier excellent, & dont on s'eſt parfaitement bien trouvé ; & que dans d'autres Provinces au contraire le mortier qui en étoit abreuvé avoit toutes les peines du monde à ſécher. Ce qui me fait croire que quand la chaux eſt forte & graſſe, on peut ſe ſervir de l'eau de la mer ; mais que ſi elle eſt d'une mauvaiſe qualité cette eau la rend encore plus foible : car c'eſt un principe de chimie que de deux ſels differens mis enſemble, il y en a toûjours un qui convertit l'autre en ſa ſubſtance, ainſi il y a aparence que quand les ſels de la chaux ſont abondants, ils attirent ceux que contient l'eau de la mer, & les diſpoſent à concourir à la coagulation du mortier; mais ſi les ſels de la chaux ſont en petite quantité, le ſel marin domine & fait un effet tout oppoſé.

Quand la chaux eſt éteinte depuis quelque tems & qu'on la mêle avec le ſable, il faut pour en faire de bon mortier, mettre le moins

d'eau qu'on pourra ; car à force de la corroyer avec des rabots il devient liquide & ſéche plus promptement que ſi il avoit été abreuvé davantage ; cependant il faut faire attention que ſi le mortier doit être employé avec des pierres qui s'imbibent aiſément, il faut le faire plus liquide que quand on s'en ſert pour joindre des pierres fort dures.

Il y en a qui pour faire prendre le mortier plus promptement mêlent de l'urine avec l'eau dont on ſe ſert pour le corroyer ; mais ce que je ſais par experience, c'eſt que ſi l'on fait diſſoudre du ſel Armoniac dans l'eau de Riviere ; & qu'on ſe ſerve enſuite de cette eau pour corroyer de la Chaux qui auroit été faite avec de bons cailloux, elle compoſe avec le ſable un mortier qui prend auſſi promptement que le plâtre, ce qui peut être d'un excellent uſage dans le pays où cette matiere eſt rare; j'ajoûterai que ſi au lieu de ſable on ſe ſervoit de la pierre pulveriſée, & qui fut de la même dont on a fait la Chaux, le mortier qui en ſeroit compoſé ſeroit incomparablement meilleur quand on voudroit s'en ſervir au lieu de plâtre.

L'on ſait que la principale qualité du mortier, eſt d'unir les pierres les unes aux autres, & de ſe durcir quelque tems après avoir été employé pour ne faire plus qu'un même corps avec les autres materiaux. Comme c'eſt la chaux qui contribuë le plus à cet effet ſingulier, on demande pourquoi la pierre ayant perdu dans le Four à Chaux ſa dureté, la reprend par le moyen de l'eau & du ſable ? comme ceci nous offre une diſſertation aſſez curieuſe, je vais faire enſorte d'en donner la raiſon.

L'opinion des Chimiſtes, eſt que la dureté des corps vient des ſels qui s'y trouvent répandus qui ſervent à lier leurs parties, deſorte que ſelon leur ſiſtême la deſtruction qui arrive par la ſuite des tems aux corps les plus durs ſe fait par la perte de leur ſel qui s'évapore inſenſiblement par la tranſpiration, & que ſi par quelque moyen on rend à un corps les ſels qu'il a perdu, il reprend ſa premiere dureté par la réünion qui ſe fait de ſes parties ; comme il y a mille experiences qui favoriſent cette hypoteſe, je ne ferai nulle difficulté de la recevoir avec le plus grand nombre des Phiſiciens.

Quand la pierre eſt brûlée par la violence du feu, il ſe fait ici une évacuation de la plus grande partie de ſes ſels volatils & ſulfurés qui ſervoient de liens à ſes parties, ce qui fait qu'elle devient poreuſe & branchuë : or comme voilà l'état où ſe trouve la chaux en ſortant du Four, voyons préſentement ce qui peut lui rendre la dureté qu'elle avoit avant d'être calcinée.

Quand la chaux eſt détrempée à propos, & qu'on la mêle avec

le ſable, il ſe fait une fermentation cauſée par les parties ſulfurées qui ſont reſtées dans la Chaux, & qui font ſortir du ſable une quantité de ſels qui ſe mêlant avec la Chaux en rempliſſent les pores ; (car le ſable eſt plein de ſel volatil ainſi que les autres corps) & ce ſont ces mêmes ſels qui ſe trouvent en plus grande abondance dans de certains ſables plûtôt qu'en d'autres qui font la difference de leur bonne ou mauvaiſe qualité ; delà vient que plus on broye la chaux & le ſable, & plus le mortier eſt bon & durcit davantage quand il eſt employé, parce que le froiſſement réïteré fait ſortir du ſable une plus grande quantité de ſel ; c'eſt auſſi pour cette raiſon que le mortier mis en œuvre tout chaud, n'eſt pas ſi bon qu'au bout de quelques jours, parce qu'il faut certain tems pour que les ſels volatils puiſſent paſſer du ſable dans les pores de la chaux afin qu'il ſe faſſe une union intime de ces deux matieres ; cependant il eſt à remarquer (comme l'experience le fait voir) que quand on laiſſe le mortier long-tems ſans l'employer il ſe deſſéche, & ne fait plus de liaiſon quoiqu'on y mette de l'eau, parce que les ſels ſe ſont évaporés, deſorte qu'il ne reſte plus qu'une matiere ſéche, maigre & ſans onctuoſité ; ce qui n'arrive pas quand il eſt employé à propos, car il fait ſortir des pierres une grande quantité de ſel qui paſſe dans les pores de la chaux, pendant qu'elle même s'inſinuë dans ceux de la pierre ; car quoiqu'il ſemble en ſe ſervant du mortier qu'il n'ait plus de chaleur, la fermentation entretenuë par les parties ſulfurées de la Chaux ſubſiſte encore très-long-tems après que la maçonnerie eſt formée ; ce qui ſe remarque bien ſenſiblement par la dureté que le mortier acquiert de jour en jour & qui ne ceſſe de croître avec le tems par les nouveaux ſels volatils qui paſſent de la pierre dans le mortier, par la tranſpiration que la chaleur dont je viens de parler y entretient ; & c'eſt ce que l'on remarque dans la démolition des anciens édifices par la peine que l'on rencontre à ſéparer les pierres que le mortier tient uni, juſques-là même qu'on en a moins à les rompre, qu'à les ſéparer, ſur tout quand ce ſont des pierres un peu ſpongieuſes dans leſquelles le mortier a pénetré. Je crois même avec Philbert de Lorme qu'on pourroit rendre cette union de la pierre & du mortier preſqu'indiſſoluble ſi l'on faiſoit la chaux avec des pierres de même qualité que celles qu'on veut employer dans le Bâtiment, parce que les ſels volatils qui en ſortiroient ſe trouvant d'une figure propre à remplir les pores qui reſtent dans la chaux par la perte qu'elle a fait des ſiens, le mortier & la pierre ne feroient plus qu'un même corps.

Selon ce raiſonnement on voit que les petites parties de charbon

de terre qui ſe trouvent mêlées avec de la cendrée de Tournay, doivent faire un merveilleux effet, quand cette Cendrée eſt battuë avec un peu d'eau ; car comme ce charbon eſt rempli de parties ſulfurées & de ſel volatil, il ſe fait un paſſage de ce ſel dans les pores de la pierre calcinée, ce qui enſuite forme une pâte graſſe & onctueuſe dans laquelle il s'entretient une fermentation qui fait ſortir de la pierre qui eſt employée avec la cendrée, des nouveaux ſels qui lient & retiennent enſemble la Maçonnerie.

On croit communément que la Chaux a la vertu de brûler certains corps, parce qu'elle en occaſionne la deſtruction ; mais il ne faut pas penſer que ce ſoit la chaleur qui produiſe effectivement cette deſtruction, cela vient de ce que la Chaux faiſant tranſpirer les ſels qui faiſoient les liens de leurs parties, dès que ces ſels ſont évaporés, ou que la chaux s'en eſt revêtuë, les parties de ces corps n'étant plus entrenuës comme auparavant, ſe déſuniſſent.

Comme il n'y a point de doute que ce ne ſoit la grande abondance des ſels que contiennent certaines pierres qui les rend plus propres à faire de bonne chaux, que les autres qui en ſont beaucoup moins chargées, cette connoiſſance fournit un moyen de faire de la chaux excellente dans le Pays même où elle a coûtume d'être mauvaiſe comme je vais l'inſinuer.

Il faut avoir deux grands baſſins l'un plus élevé que l'autre, & tous deux bien pavés & les bords revêtus de maçonnerie, on remplit de Chaux le baſſin ſuperieur, & on l'éteint pour la faire couler dans l'autre, & quand tout y eſt paſſé il faut jetter deſſus à peu-près autant d'eau qu'on en a employé pour l'éteindre, enſuite la bien broyer avec le rabot & la laiſſer repoſer pendant 24 heures : comme elle aura eû le tems de ſe raſſéoir, on la trouvera couverte d'une quantité d'eau de couleur verdâtre, parce qu'elle comprendra preſque tous les ſels dont la chaux étoit remplie ; il faut prendre toute cette eau & la verſer dans un tonneau, & ôter du même baſſin la Chaux qui s'y trouve qu'on peut regarder alors comme une matiere qui n'eſt propre à rien : on met de la nouvelle chaux dans le baſſin ſuperieur, & au lieu de l'éteindre avec de l'eau ordinaire, on ſe ſert de celle qu'on a mis dans le tonneau, & on fait couler comme en premier lieu cette Chaux dans l'autre baſſin ; ce qui fait que comme elle comprend deux fois plus de ſel qu'elle n'en avoit naturellement elle eſt incomparablement meilleure qu'elle n'eût été ſans cette préparation. S'il s'agiſſoit de quelque ouvrage de conſéquence fabriqué dans l'eau, on pourra afin de rendre la chaux encore meilleure, faire à l'égard de cette ſeconde, ce que l'on a fait

pour la premiere; c'eſt-à-dire que l'on jettera encore dans le ſecond baſſin autant d'eau qu'on en aura tiré d'abord, & que l'on broyera la chaux tout de nouveau pour en faire ſortir les ſels, de ſorte que l'ayant encore laiſſé raſſéoir pendant 24 heures, on ſe ſervira de l'eau dont elle ſera ſubmergée pour éteindre la nouvelle chaux vive qu'on mettra dans le premier baſſin; quand à celle qui ſera reſtée dans le ſecond, on pourra l'employer aux gros ouvrages où l'on n'y prend pas garde de ſi près; car elle ne ſera pas abſolument ſi deſtituée de ſel qu'elle ne puiſſe encore ſervir. Je connois d'habiles gens qui ont pratiqué pluſieurs fois ce que je viens de dire & qui s'en ſont bien trouvés, ils m'ont aſſuré avoir fait par ce moyen de meilleure chaux que celle de Bologne avec la matiere du monde la plus ingrate : il eſt vrai qu'il en coûtera beaucoup plus; mais l'œconomie ne doit point prévaloir ſur les moyens de faire les choſes le mieux qu'il eſt poſſible quand il s'agit de certains ouvrages qui demandent abſolument d'être travaillés avec précaution : par exemple, dans les places où la Chaux eſt fort mauvaiſe, & où l'on remarque que les murs de paremens des ouvrages ſe dégradent au bout de quelques années, parce que le mortier n'a pas aſſez de corps pour réſiſter à l'injure des ſaiſons, l'on pourroit en fabriquer de deux ſortes; l'un ſuivant les précautions que je viens de dire qui ſervira à la conſtruction de tout ce qui eſt expoſé à l'air : & l'autre fait comme à l'ordinaire qui pourra être employé dans le reſte de l'épaiſſeur des murs, & aux contreforts. Car enfin la neceſſité doit rendre ingenieux, eſt-il dit qu'à cauſe qu'on eſt dans un endroit où les materiaux ſont mauvais on ne puiſſe faire de bonne Maçonnerie ? Je ſuis perſuadé que quand on voudra s'en donner la peine on trouvera mille moyens de corriger la nature par le ſecours de l'art.

CHAPITRE SIXIE'ME.

Des détails qui ont rapport à la Conſtruction de la Maçonnerie.

APrès avoir enſeigné dans les Chapitres précédens le choix que l'on devoit faire des materiaux en général, je vais faire voir dans celui-ci les détails dans leſquels il faut entrer pour juger du prix des ouvrages afin d'en paſſer le marché aux Entrepreneurs; nous ne parlerons d'abord que de ce qui peut apartenir à la Maçon-

nerie, nous reſervant de faire mention des autres détails aux endroits qui leur conviendront le mieux, pour ne point embraſſer trop d'objets à la fois ; nous ne dirons rien non plus des prix, parce qu'ils dépendent des tems & des lieux ſelon que les materiaux ſont rares, ou communs, près ou éloignés : circonſtances dont il ſera aiſé de s'inſtruire dans l'occaſion, ainſi je m'attacherai plûtôt à inſinuer l'eſprit du détail, qu'à donner des exemples ennuyeux qui ne ſeroient pas d'une grande inſtruction.

Il faut avant toute choſe, prendre connoiſſance des differens terrains que la place doit occuper & des materiaux qui ſont à l'uſage du pays; s'informer des carrieres de chaux, de Moîlon & de pierre de taille qui ſont le plus à portée, de même que des lieux d'où l'on pourra tirer le ſable, les terres propres à faire les briques & les Thuiles, les bois de charpente & tout ce qu'on prévoira devoir entrer dans la conſtruction : on viſitera le tout ſoigneuſement pour faire de juſtes obſervations ſur leur qualité & leur éloignement.

L'examen des differens terrains que la place doit occuper, ſera connoître à peu-près quelle ſera leur nature, ſi le fond ſera bon ou douteux, s'il faudra piloter ou non, s'il y aura des épuiſemens d'eau à faire & pluſieurs autres circonſtances qui augmentent ſouvent ou diminuënt le prix des ouvrages; je ſais que le jugement qu'on peut porter ſur la nature du fond eſt ſujet à erreur, & qu'il n'eſt pas aiſé de répondre de la qualité d'un terrain qui n'eſt pas foüillé & qu'on ne voit point; cependant avec un peu d'experience, on en peut juger d'abord aſſez ſainement par le coup d'œil & par la ſituation du lieu ; ainſi pour les parties qui ſe trouveront à faire ſur le Roc, ou qu'on préſumera devoir y être fondées, on remarquera à peu-près quel déblais de terre ou de rocailles il faudra faire pour parvenir au fond ſolide, quelle eſt la nature du Roc, ſi les pierres des excavations pourront ſervir au corps de la Maçonerie, ou ſi elles ſeront propres à être employées au parement, méthode cependant qui n'eſt pas des meilleures, comme on l'a experimenté dans pluſieurs places, à moins qu'on ne leur donne le tems de ſe reſſuïer, & de faire connoître leur bonne ou mauvaiſe qualité avant que de les employer. Pour les endroits vaſeux ou marécageux, on connoîtra par differentes ſondes les précautions qu'il faudra prendre pour les fondemens, pour le pilotage & la meſure des bois.

On remarquera auſſi s'il y a moyen de faciliter le tranſport des materiaux par quelque riviere ou par un nouveau canal, & s'il y aura de la difficulté à ſe fournir des eaux neceſſaires pour la compoſition des mortiers comme il arrive ſouvent dans les lieux élevés,

enfin on examinera toute choſe avec attention, on fera ſur chacune les obſervations qui ſeront neceſſaires pour avoir d'avance une idée de tout ce qui pourra entrer dans la conſtruction de la place.

Pour peu qu'on aye fait travailler dans un pays on n'aura pas grande difficulté à ſavoir à combien pourra revenir la toiſe cube de maçonnerie, j'entends celle qui ſert aux revêtemens des Fortifications, parce qu'il n'y a qu'à s'informer des prix les plus ordinaires de la chaux, du Sable, de la brique & des differentes ſortes de pierres qu'il faudra employer, le tout rendu ſur l'attelier, & ce qu'il en coûtera pour les préparer & les mettre en œuvre, ou bien quand un Ingenieur va dans une place où il n'a pas encore ſervi, il lui ſera aiſé d'avoir ces ſortes d'inſtructions par ceux qui y ſont depuis long-tems; mais ſi l'on étoit privé de ces connoiſſances, & qu'il fallut travailler dans un endroit où l'on ne ſeroit prevenu de rien, alors il faudroit regarder les choſes de plus près afin d'en juger ſoi-même pour ne point s'en raporter aux Entrepreneurs & à ceux qui ont interêt que les Ingenieurs n'entrent que légerement dans quantité de petits détails qui paroiſſent d'abord ne pas mérirer la peine d'être recherchés, mais qui deviennent par la ſuite d'une grande conſequence, ſurtout quand il s'agit de bâtir une place neuve, puiſque ſans une extrême œconomie on fait de grandes dépenſes ſuperfluës; or pour ne point tomber dans un pareil inconvenient, voici en peu de mots à quoi on pourra avoir égard.

Pour commencer par le tranſport des materiaux, on ſaura qu'il ſe régle ordinairement ſur la quantité qu'une voiture en peut porter & des voyages qu'elle peut faire en un jour. C'eſt pourquoi il faut être prévenu qu'une voiture attelée de trois chevaux porte environ 1500 livres; ainſi dès qu'on ſaura à quelle diſtance elle eſt obligée d'aller chercher les materiaux, leurs poids & ce qu'il en coûtera pour leur charge, on pourra en fixant ce qu'elle doit gagner par jour, ſavoir à quoi reviendra le tranſport de la toiſe cube, ou le quintal de chaque eſpece de materiaux; cependant il vaut beaucoup mieux ne point s'embarraſſer de tous les petits détails dont cet article eſt ſuſceptible & laiſſer à la charge de l'Entrepreneur le tranſport des materiaux; l'experience ayant fait voir en pluſieurs endroits qu'il en coûtoit la moitié moins que de le faire par œconomie, les Entrepreneurs ayant à leur diſpoſition quantité de choſes qui coûteroient beaucoup plus ſi tout autre qu'eux s'en mêloit.

Quand il a quelque Riviere portant Bateaux dans l'endroit où l'on veut bâtir, les materiaux ſe tranſportent avec bien plus de facilité

cilité & moins de dépenſes; il arrive même quelquefois quand le terrain le permet, qu'on fait faire un canal exprès pour le tranſport des materiaux, comme on l'a pratiqué à la conſtruction du neuf Briſack, & alors la dépenſe du Canal eſt répanduë généralement ſur le prix que coûtera la Maçonnerie en y comprenant les autres frais de la Navigation, auſſi-bien que la charge & décharge des materiaux.

Si on étoit dans le cas de ſe ſervir d'une Riviere ou d'un Canal pour le tranſport, il faudroit ſavoir la charge que les Batteaux pourront porter ſelon leur grandeur & leur figure, & pour avoir quelque connoiſſance exacte ſur ce ſujet, je conſeille le lecteur de voir ce que j'en ai dit dans la dixiéme partie de mon Cours de Mathématique.

Puiſqu'on eſt obligé de régler la charge des Voitures ſelon la péſanteur des matieres qu'elles ont à tranſporter, j'ai crû qu'il étoit à propos de donner ici une Table qui marquât en pieds cubes le poids des principales.

TABLE

DE LA PESANTEUR D'UN PIED CUBE de pluſieurs Matieres.

Fer	580 liv.	Ardoiſe	156 liv.
Cuivre jaune	548	Plâtre.	86
Cuivre rouge	648	Pierre de Saint Leu.	115
Plomb	828	Pierre de Liais.	166
Sable de Terre.	120	Pierre bleu de Tours.	125
Sable fort.	124	Marbre.	252
Sable de Riviere.	132	Chaux vive.	59
Argile.	135	Bois d'ozier.	38
Terre graſſe.	115	Bois d'Aulne.	37 1/2
Terre extraordinaire.	95	Bois de Chêne vert.	80
Mortier.	120	Bois de Chêne ſec.	60
Brique.	130	Eau de Mer.	73 1/2
Thuilles.	127	Eau Douce.	70

Toutes ces différentes matieres peuvent péſer un peu plus ou moins qu'on ne l'a marqué ici ſelon le pays où on les trouve ; mais on s'eſt conformé à la peſanteur qui leur eſt la plus ordinaire.

Je crois en avoir aſſez dit ſur ce qui regarde le tranſport des materiaux ; c'eſt pourquoi je paſſe à leur détail en commençant par celui de la Chaux & du Sable.

Détail de la Chaux & du Sable.

On ſupoſe que par épreuve faite, une toiſe cube de Pierre produit dix milliers de Chaux, & comme on met ordinairement huit toiſes pour la charge d'un four, qui doivent par conſéquent produire 80 milliers, il ſera aiſé de juger ce qu'ils pourront coûter rendu ſur l'attelier, en faiſant l'eſtimation du tirage de la Pierre, de ſa Voiture au Four, de ſon arrangement dans le même Four, & la voiturer à l'endroit où on veut la mettre en œuvre.

A l'égard de la quantité de Chaux qui peut entrer dans une toiſe cube de Maçonnerie tels qu'aux revêtemens des Fortifications, il eſt aſſez difficile de la déterminer, parce qu'elle dépend de ſa bonne ou mauvaiſe qualité, auſſi-bien que celle du Sable avec lequel elle eſt mêlée ; mais communément il en entre douze quintaux.

On pourra de même juger du prix de la toiſe cube de Sable, en faiſant l'eſtimation de ce qu'il en coûtera pour le tirage & le tranſport juſqu'au pié d'œuvre, ſurquoi il eſt à remarquer qu'une certaine meſure de Sable peſe à peu près le double d'une pareille meſure de Chaux, ce qui doit par conſéquent doubler le prix de la Voiture.

Il entre dans une toiſe cube de Maçonnerie environ 30 pieds cubes de Sable.

Détail de la Brique.

Pour ſavoir le prix du millier de Brique rendu ſur l'attelier, il faudra faire l'eſtimation de ce qu'il en coûtera pour tirer la terre, la corroyer, la mouler, la porter ſur les banquetes, l'arranger & couvrir de paillaſſons pour la faire ſécher & la rouler au Four, j'oublie de dire qu'il faut auſſi avoir égard au Sable que l'on étend ſur les plates-formes ; ce Sable doit être des meilleurs ; il en faut au moins 100 Barreaux pour une Briqueterie de 450 mille, l'on verra enſuite ce qu'il en coûtera pour cuire, la défourner & la voiturer juſqu'au pied d'œuvre ; l'on prétend que le bois eſt meilleur pour cuire la Brique que le Charbon de Terre, parce qu'ici il faut un feu clair qui puiſſe pénétrer de toute part ; mais en récompenſe le

Charbon de Terre eſt excellent pour les Fours à Chaux, comme je l'ai déja dit ailleurs.

Dans une toiſe cube de Maçonnetie de Brique il entre quatre mille ſix cens Briques de 8 pouces de longueur, 4 de largeur, & de 2 d'épaiſſeur, & 520 dans la toiſe quarrée qui auroit une Brique d'épaiſſeur; c'eſt-à-dire 8 pouces, ainſi l'on voit que le mortier occupe à peu-près un cinquiéme de la toiſe cube.

Une Voiture attelée de trois Chevaux porte 400 Briques qui peſent un peu plus de 1500 livres; car quand une Brique eſt faite de bonne Terre & bien cuite, elle peſe environ quatre livres, en lui ſupoſant les dimentions dont j'ai parlé plus haut.

Détail du Moîlon.

Pour ſavoir le prix de la toiſe cube de Moîlon, il faut avoir égard à ce qu'il en coutera pour le déblais néceſſaire à ſa découverte, pour le tirer de la Carriere, pour la charge & décharge, pour la Voiture & la main d'œuvre.

Quand le Moîlon doit être façonné, pour être mis en œuvre, il faudra voir ce qu'il en coûtera par toiſe cube, pour le picquage & ajonturage, indépendamment des autres circonſtances dont nous venons de faire mention, de même l'on pourra eſtimer la toiſe courante de Pierre de Taille en la ſupoſant, par exemple d'un pied de hauteur ſur 15 de lit ou environ.

Quand la Maçonnerie eſt compoſée de Briques & de Moîlon comme celle des revêtemens des Fortifications, le Mortier occupe à peu-près un ſixiéme de la toiſe cube, car le Moîlon laiſſant moins de vuide que la Brique, il faut moins de mortier que ſi la Maçonnerie étoit tout de Brique.

Ayant trouvé à l'aide des calculs précédens le prix de chaque choſe en particulier, il n'y aura point de difficulté à ſavoir la dépenſe de la toiſe cube de Maçonnerie, dès qu'on ſaura combien il doit y entrer de chaque eſpece de Matériaux, ce qui ſera aiſé en faiſant dans les differens Pays où l'on ſe trouve un analiſe exact des profils les plus approuvez & les mieux dirigez.

L'on voit enſuite ce qu'il en pourra coûter pour chaque toiſe cube pour le Canal ſi on eſt obligé d'en faire un: on a égard auſſi aux faux frais auxquels les Entrepreneurs pourront être engagez pour les épuiſemens des eaux s'il s'en rencontre, & à pluſieurs autres particularitez qui doivent entrer dans la même eſtimation, & moyennant tous ces détails, on pourra ſavoir avant l'exécution des ou-

vrages ſi les propoſitions des Entrepreneurs ſont juſtes ou non, & à quoi l'on peut s'en tenir; même après que les projets ſont éxécutés ce qu'ils ont perdu ou gagné, & quel dédommagement le Roy peut leur accorder s'ils avoient fait un mauvais marché, ou s'il s'étoit préſenté dans la ſuite du travail quelque difficulté qu'on n'auroit pû prévoir, comme cela arrive aſſez ſouvent.

Le tems qu'on employe pour la conſtruction de la Maçonnerie eſt encore une connoiſſance néceſſaire ſi l'on veut ſe mettre en état d'exécuter les ouvrages dans le tems preſcrit, & répondre aux intentions de la Cour: pour cela il faut ſavoir ce que chaque ouvrier peut faire par jour.

Dans un mur épais de 10 à 12 pieds, un bon Maçon peut faire deux tiers de toiſe cube de Maçonnerie par jour, ſi le parement eſt brut, & environ une demi-toiſe ſeulement s'il eſt façonné: mais pour que cette régle ait lieu, il faut que l'ouvrier ſoit des meilleurs & qu'il ne perde pas un moment de tems; ainſi l'on peut réduire le travail à cinq huitiémes dans le parement brut, & à trois huitiémes dans le parement façonné; chaque Maçon doit avoir deux Manœuvres pour le ſervir quand les matériaux ſont éloignés de 15 à 20 toiſes de l'ouvrage.

Dans un mur de deux pieds d'épaiſſeur, le même Maçon peut faire aiſément une toiſe quarrée par jour, en s'aſſujetiſſant aux échaffaudages.

Pour dire auſſi quelque choſe ſur la maniere judicieuſe avec laquelle un Ingenieur doit agir au ſujet des particuliers, dont les terres ſont compriſes dans l'étendue des ouvrages d'une Place neuve: voici ce qui m'a paru de plus raiſonnable.

Pour les Particuliers dont les héritages doivent être occupés par les Fortifications, on ne peut avoir trop d'attention pour leur rendre la juſtice qui leur eſt due, & pour les dédommager en quelque façon du chagrin de perdre leurs biens; ainſi il ne faut point agir en toute rigueur avec eux; mais bien régler l'eſtimation, de maniere que le Roy n'y ſoit point lezé, & que le Particulier n'y perde rien; pour cet effet après avoir bien examiné & marqué tout ce qui doit être pris de ces héritages, il faut en faire un deſſein diſtingué par des côtes qui déſignent ce qui appartient à chacun, & qui ſoient rapportées à la marge avec le nom du Particulier: après toutefois qu'il aura été juſtifié par titre ou poſſeſſion ſuffiſante que cet héritage lui apartient. On procede enſuite à l'eſtimation de la valeur de ces biens, ce qui ſe fait pardevant l'Ingenieur, le Commiſſaire des Guerres & les Magiſtrats de la Ville ou Communauté, qui

choiſiſſent chacun de leur côté des Experts pour évaluer ſous leur ſerment, le prix de chaque choſe dont les Magiſtrats & les intéreſſés donnent acte : après l'eſtimation faite, on ſpécifie d'abord les Maiſons, Jardins, Prés, Champs & Vergers, chacun ſuivant ſa juſte valeur, & on en dreſſe un acte dans lequel ſont raportez les noms des Propriétaires, la quantité des arpens, ou journaux, & le prix auquel chaque héritage eſt évalué, on dreſſe un autre acte de la quantité des terres qui ont été ou ſeront renduës inutiles & miſes hors de valeur par les gazons & Briques que l'on en tirera, ou par le raſement ou comblement de telle & telle partie, on en fait encore un troiſiéme qui contient la quantité des Terres qui étoient ſemencées de ſeigle, froment, orge & avoine, &c. avec l'eſtimation de chacun de ſes fruits ſuivant le prix de l'année courante, le tout certifié par les Maire & Jurés du lieu, par les Experts, l'Ingenieur & le Commiſſaire des Guerres ; enfin tous ces Etats étant réglés, on les envoye à l'Intendant de la Province, qui en conſéquence des ordres de la Cour, les renvoye au Tréſorier de la Place, & en ordonne le payement que chaque Particulier ſigne en marge à côté de l'article qui le concerne & déclare avoir reçû en préſence du Commiſſaire des Guerres.

CHAPITRE SEPTIE'ME.

Qui comprend pluſieurs inſtructions ſur l'établiſſement & la conduite des Travaux.

LA conduite des grands Travaux embraſſe tant de choſes à la fois, qu'on peut dire qu'il n'apartient qu'aux Ingenieurs du premier ordre d'entrer dans tous les détails ſans perdre de vuë les ſujets eſſentiels du projet que l'on veut exécuter ; c'étoit une des grandes qualités de M. le Maréchal de Vauban, & on ne peut voir ſans étonnement qu'occupé ſans ceſſe (comme il l'étoit) à tout ce qui pouvoit contribuer à la ſûreté de l'Etat & au bonheur des Peuples, il ait pû deſcendre à l'examen d'une infinité de petits ſujets qui paroiſſoient ne pas mériter ſon attention ; mais les génies ſuperieurs n'aprehendent jamais de ſe dégrader, leur conduite eſt toujours juſtifiée par le fruit que l'on tire de leurs réflexions, en effet on ne peut rien de plus ſage & de mieux entendu que les reglemens que ce grand homme nous a laiſſez ſur quantité de choſes, parti-

culierement ſur l'ordre & l'arrangement que l'on doit ſuivre dans la Conſtruction des Fortifications ; & comme je me ſuis propoſé d'en parlet dans ce Chapitre, j'aurai recours à ſes écrits pour répondre à l'eſtime que le Public fait de tout ce qui vient de lui.

Les Fortifications, dit-il, ſe font ordinairement par des entrepriſes générales ou particulieres, ou par détail ou par corvées impoſées ſur le Pays, & le plus ſouvent par un compoſé de toutes ces manieres enſemble.

Quand on pourra trouver des Entrepreneurs ſolvables & de capacité à pouvoir embraſſer une entrepriſe generale, on fera bien de traiter avec eux ; mais il eſt très-rare de rencontrer des têtes aſſez fortes pour ſoutenir un fardeau auſſi peſant que celui d'une entrepriſe generale, car la précipitation avec laquelle on fait ordinairement les ouvrages, & la durée de telles entrepriſes réduiſent ſouvent l'Entrepreneur à ne ſavoir plus où il en eſt ; c'eſt pourquoi il vaudroit mieux s'en tenir aux entrepriſes particulieres qui peuvent s'achever en peu de tems.

On doit auſſi remarquer que quand il s'agit de paſſer des marchés pour des ouvrages conſidérables, il eſt bon de le faire dans les formes ; mais non pas de les donner à tous ceux qui ſe préſenteront pour les prendre au moindre prix ; car il faut non-ſeulement examiner ſi les Entrepreneurs ont aſſez de bien pour répondre des avances qu'on ſera obligé de leur faire ; mais encore s'ils ont aſſez de lumieres pour s'acquitter de l'entrepriſe il faut leur accorder à des conditions raiſonnables, ſans pouſſer les miſes aux rabais à plus bas prix qu'elles ne doivent être, car ſi l'entrepriſe eſt un peu groſſe & qu'on la donne à des pauvres gens, ou à des ignorans, ils la prendront inconſidérément à tel prix qu'on voudra, dans l'eſpérance de profiter de façon ou d'autre ; mais outre qu'on n'y trouvera pas de ſûreté, quand on viendra à l'execution, on doit s'attendre qu'ils tireront partie du profit autant qu'ils pourront, & d'un autre côté mettront tous les ouvrages en confuſion, après quoi la tête leur tournant ils donneront du nez en terre, ou abandonneront tout d'eux-mêmes ſi on ne les prévient ; or ſi malheureuſement cela arrive, les travaux languiſſent & ne s'avancent qu'avec une lenteur inſuportable, tout eſt en confuſion, les marchez n'ont plus de crédit ni de confiance, les nouveaux Entrepreneurs qu'on ſeroit obligé de prendre ne veulent accepter les Ouvrages qu'à un prix exhorbitant, ceux qui doivent être achevez en un an, à peine le peuvent être en deux, les Ouvriers étant mal payez déſertent, il ne s'en préſente qu'un petit nombre, tout cela occaſionne des peines infinies aux

Ingénieurs, qui ne peuvent ſans beaucoup de difficulté remettre les choſes ſur le bon pied, d'où l'on peut conclure qu'il n'eſt rien de ſi pernicieux que ce prétendu bon marché, ainſi on ne peut trop déſabuſer ceux qui mettent toute leur aplication à faire des marchez au plus bas prix qu'ils peuvent, ſans examiner les ſuites & la poſſibilité de pouvoir les exécutet.

Il faut toujours éviter les détails inutiles & embaraſſans ſurtout les ouvrages à journées, à cauſe de la confuſion & des friponneries qui s'y commettent, car l'ouvrier qui eſt aſſuré de ſon gain ne ſe preſſe jamais, au lieu que celui qui ne gagne qu'autant qu'il travaille, n'a beſoin d'autre chaſſavant que ſon propre intereſt; il eſt également de conſéquence d'éviter tous les ouvrages à corvées qui demandent quelque façon & de la promptitude, attendu que la diligence & le ſavoir ne ſe rencontrent jamais parmi des gens qui travaillent par force & qui ne tâchent qu'à couler le tems; mais quand on ſera obligé de s'en ſervir au remuement des Terres, il leur faudra impoſer la quantité qu'on leur voudra faire remuer, & la départir par communauté, moyennant quoi ils traiteront les uns avec les autres, ou ils s'accomoderont avec l'Entrepreneur pour en pouvoir venir à bout, & de quelque maniere que cela ſe faſſe il en faudra prendre connoiſſance, & charitablement voir ſi ceux avec qui ils traiteront ne ſe trompent point ſur le prix ou ſur le meſurage & ne leur vendent trop cherement leurs peines; mais tout bien conſidéré cette maniere de travailler ne devroit être miſe en uſage que pour des Chartois ou des Ouvrages fort groſſiers & toujours le moins qu'on pourra.

Quand on fera le département des ouvrages aux gens employez, il faudra bien prendre garde d'apliquer chacun à celui qui lui conviendra le mieux, & ſur tout tenir pour maxime d'avoir toujours un homme fidel & intelligent dans la Maçonnerie qui ne perde jamais de vue la main des Maçons, car la plûpart manquent extrêmement de ſoin dans l'arrangement des matériaux, ſoit par négligence, ignorance ou friponnerie, ce qui n'arrive que trop quand ils ne ſont pas éclairez de quelqu'un qui les tienne en crainte, c'eſt auſſi pour cette raiſon qu'on ne doit jamais ſouffrir qu'ils travaillent aux heures indues, ni ſans la préſence de ceux à qui l'on aura commis le ſoin de les obſervet, n'y ayant rien de ſi pernicieux dans la conduite des travaux, que ces ſortes de négligences.

Tout ceux qui ont de l'expérience dans l'art de bâtir n'oublient jamais de ſpécifier cette condition dans les marchez qu'ils en font, non plus que celle de ne point faire les mortiers ſans la préſence

d'un Commis qui les faſſe dozer & conditionner ſelon les devis ; & qui prenne garde qu'on ne les employe qu'après être refroidis, ce qu'il ne faut point négliger, puiſque de la main d'œuvre & de la qualité du mortier, dépendent abſolument celle de la Maçonnerie.

Il faut néceſſairement un certain nombre d'Inſpecteurs & de Chaſſavants ſur les ouvrages puiſque rien n'eſt plus important que d'avoir des argus fidels ſur la main des Ouvriers, qui obſervent leurs actions & les faſſent diligenter ; mais il faut les connoître & les bien choiſir, être auſſi prompt à récompenſer ceux qui font bien qu'à renvoyer ceux qui manqueront d'aplication & de fidélité : par exemple, j'en voudrois un pour les Maçons, un autre pour les Terraſſiers, un autre pour les Voitures, un autre pour la décharge des Matériaux, s'il arrivoit que le nombre des Ouvriers de même eſpece fut fort grand, il faut mettre un homme pour veiller à la conduite de cent autres, n'étant gueres poſſible qu'il puiſſe en éclairer davantage, ſur quoi l'on remarquera qu'il en faut beaucoup plus dans les ouvrages qui ſe font en détail, que ſur ceux qui ſe font par entrepriſes, puiſque pour ceux-ci il ſuffit d'en avoir à la Maçonnerie & au remuement des Terres, au lieu qu'aux autres il en faut de néceſſité ſur tous les différens ouvrages ; car il ne faut pas penſer que deux ou trois hommes puiſſent ſuffire pour conduire 1000, ou 1200 Ouvriers, qui étant diviſez en je ne ſçai combien d'ouvrages différens, il eſt comme impoſſible qu'il ne ſe commette une infinité d'abus & de négligences : ſi on n'y aporte une attention continuelle, il ſe fait beaucoup de dépenſes ſuperfluës, les Ouvrages ſont mal façonnez, deſorte que ce qui ſe fait mal-à-propos, excede au centuple la dépenſe des apointemens que l'on croit épargner en employant trois ou quatre hommes de moins qu'il n'en auroit fallu, ce n'eſt pas ici une exageration, & je m'aſſure qu'il n'y a perſonne qui aye fait un peu travailler, qui ne demeure d'accord que quatre hommes bien obſervés, font plus d'ouvrage que ſix autres qu'on abandonneroit à leur propre conduite.

Une précaution la plus néceſſaire de toutes celles que l'on peut preſcrire pour la bonne conduite des Travaux, eſt de ne commencer jamais aucun Ouvrage que l'on n'aye fait auparavant les amas de materiaux & de tout ce qui eſt néceſſaire pour une prompre exécution ; ces matériaux doivent être placez près des lieux où il faut les employer, prenant garde cependant qu'ils n'embaraſſent ni les Voitures ni les Ouvrieres ; rien n'eſt ſi néceſſaire à la Fortification que la diligence, ni rien ne lui eſt ſi opoſé que la grande précipitation

précipitation avec laquelle on les commence, le plus ſouvent ſans avoir fait proviſion des matériaux dont on peut avoir beſoin, ni ſans être aſſuré de la quantité d'Ouvriers qu'on y voudra employer, d'autant que de cet empreſſement il arrive qu'avant qu'ils ſoient à moitié faits, on manque de je ne ſçai combien de choſes qui cauſent toujours un retardement dangereux & une augmentation de dépenſe conſidérable par les ſecours extraordinaires qu'on eſt obligé d'emprunter ailleurs, & qu'on paye quelquefois bien cher, ſans compter les dommages que le païs ſouffre de ce que l'on eſt contraint d'exiger des corvées & voitures, dans le tems même que les Payſans ſont occupés à leur récolte, c'eſt ce qui nous fait encore répeter qu'on ne doit jamais commencer un Ouvrage ſans avoir bien pris des meſures pour la fourniture des materiaux, & ſans en avoir fait un amas ſi conſidérable, que la quantité d'Ouvriers qu'on aura réſolu d'employer n'en puiſſe jamais manquer, ce qui doit être obſervé d'autant plus exactement, que rien n'eſt ſi dangereux pour une place que la lenteur de ces Ouvrages, attendu que juſqu'à ce qu'ils ayent acquis leur perfection, elle eſt toujours en péril & conſiderablement affoiblie par la propre imperfection de ceux que l'on a bâti, par l'embarras des materiaux répandus à l'entour, par l'ouverture de ſes chemins couverts pour faire paſſer les Chariots, par le comblement des Foſſez, accidens toujours inſéparables des Travaux imparfaits, d'où il s'enſuit que juſqu'à ce qu'une piéce telle qu'elle ſoit ait acquiſe ſon entiere perfection, elle eſt toujours contre la Place; c'eſt-à-dire, plûtôt en état de lui nuire, que de ſervir à ſa défenſe: ſituation malheureuſe & qui devroit faire trembler ceux qui ont la conduite des Ouvrages qui ſont mal en train, & qui languiſſent faute d'avoir pris des meſures aſſez juſtes pour les diligenter, principalement dans un tems de Guerre, où l'Ennemi peut à tout moment former des entrepriſes; il n'y a rien de ſi commun dans l'hiſtoire des Guerres paſſées que la perte des Places qui ont été ſurpriſes, ou que l'on a été contraint d'abandonner avant que leurs Fortifications ſuſſent en état de défenſe.

Soit que l'on conſtruiſe une Place neuve, où qu'on en fortifie d'aurres pour les mettre plus en état de défenſe qu'elles ne le ſont, on doit toujours commencer par les chemins couverts, enſuite par les Ouvrages les plus avancés, afin d'avoir au moins une barriere pour arrêter l'ennemi, cette précaution eſt ſur tout néceſſaire quand on eſt obligé de bâtir de nouveau quelque enceinte, ou de démolir des dehors pour leur donner une conſtruction plus avantageuſe que celle qu'ils avoient, l'ouverture d'une Place étant toujours dan-

gereuſe dans la paix même la plus profonde ; l'art de fortifier eſt ſuſceptible d'une infinité d'attentions qu'on ne peut négliger, ſans qu'elles ne tirent à de grandes conſéquences.

Une attention qu'on doit avoir, & qui eſt eſſentielle (continue M. le Maréchal de Vauban) eſt de donner les emplois ſuivant la néceſſité des Ouvrages & la capacité d'un chacun, afin de n'y employer que des gens utiles & néceſſaires, & de ne charger perſonne de ce qu'il ne ſait pas, ni de plus qu'il ne ſait faire ; ce défaut où l'on ne prend pas garde, étant ordinairement l'origine & la ſource de tous les déſordres dans la conduite des Fortifications.

Il eſt très conſtant que ce qui nuit le plus à l'œconomie & même à l'avancement des Ouvrages, eſt le renouvellement fréquent que l'on fait de ceux qui en ont les principaux ſoins, ſpécialement des Ingenieurs ; vû que de ce changement il arrive que perſonne ne s'inſtruit jamais à fonds, que l'on y eſt toujours nouveau, que l'on ne connoît qu'imparfaitement la qualité des materiaux, leur prix & la capacité des Ouvriers, que l'on ne ſçait ni les moyens de faire les Voitures, ni de quelle maniere s'y prendre pour établir un bon ordre : cependant ce ſont des parties qu'il faut néceſſairement ſçavoir, & qui ne s'apprennent qu'avec du tems ; de plus j'oſe bien dire & il n'eſt que trop certain que quelque ſoin que les gens prennent à ſe rendre ſavans dans ce métier, le Souverain aux dépens de qui on l'aprend, en paye toujours cherement l'apprentiſſage. Car s'il eſt vrai (comme l'on n'en peut pas douter) que dans tous les commencemens des grands Ouvrages il eſt impoſſible aux plus intelligens mêmes, quelque application qu'ils y apportent d'empêcher que la dépenſe n'en excede toujours le juſte prix d'un cinquiéme ou d'un ſixiéme ? que doit-il arriver aux Travaux des Places où l'on change tous les ans d'Ingenieurs ; & où jamais perſonne n'a le tems d'apprendre ce qu'il doit ſçavoir ? certainement il n'en peut proceder que des deſſeins mal exécutés & des redoublemens de dépenſe effroyables, à quoi il n'y a d'autre remede que de bien choiſir une fois pour tout les gens qu'on y voudra employer, ſe donner patience qu'ils s'y ſoient bien inſtruits, & les perpétuer après dans l'emploi tant qu'on aura beſoin d'eux, & qu'ils s'y conduiront bien.

J'ai tiré ce diſcours mot pour mot d'un petit Ouvrage de M. de Vauban, qui a pour titre le Directeur General des Fortifications.

CHAPITRE HUITIE'ME.

Du Tranſport & Remuëment des Terres.

LA fouille des terres & leur tranſport ſont un objet ſi conſidérable dans les grands Travaux qu'on peut dire qu'il n'y a point de partie qui demande plus d'attention & un détail plus recherché pour en bien régler le prix ſelon leur qualité & la diſtance où il faut les porter ; car pour peu que l'eſtimation n'en ſoit pas bien entendue & les relais bien ordonnés, on tombe dans des excès de dépenſes, la confuſion & le déſordre regnent par tout, les Travailleurs ſe plaignent, les Entrepreneurs murmurent, & ſouvent le mal devient ſi grand, que l'Ingenieur tout habile qu'il puiſſe être eſt fort embarraſſé du parti qu'il doit prendre. M. le Maréchal de Vauban pour remedier aux inconveniens dont ce ſujet peut être ſuſceptible s'eſt donné la peine d'écrire une ample inſtruction, & pour faire mieux ſentir la ſolidité des moyens qu'il propoſe, il rapporte une copie d'un Reglement qui fut fait autrefois en Alſace pour le prix que les Entreprencurs devoient payer aux Soldats employez ſur les Travaux, il fait voir les défauts de ce Reglement, & donne les moyens les plus convenables de les corriger. Sans doute qu'il en a uſé ainſi pour empêcher que ceux qui auront la conduite des Travaux, ne tombent dans les mêmes défauts, un pareil écrit ne pouvant être placé plus à propos que dans un Ouvrage comme celui-ci, j'ai crû qu'on ſeroit bien aiſe d'en avoir un extrait.

Copie du Reglement fait en Alſace pour le prix que les Entrepreneurs doivent payer aux ſoldats employés au remuëment des Terres de la Fortification des Places de SaMajeſté.

» Les Terres communes & ordinaires ſeront payées à raiſon de » douze ſols la toiſe cube dans l'attelier, pour les charger & pour » les rouler, il ſera augmenté de deux ſols par toiſe, de dix toiſes » en dix toiſes courantes de chemin dans toute la diſtance de leur » tranſport, lorſque le terrain ſera uni & plat, & quand il y aura » à monter, ſoit par des rampes de terre ou ſur des Ponts, il leur » ſera payé trois ſols d'augmentation de dix toiſes en dix toiſes cou- » rantes par toiſe cube, au lieu de deux ſols dont il eſt parlé ci- » devant ; lorſque les Soldats travailleront dans les Fondations où » ils ſeront gênés, il leur ſera augmenté deux ſols par toiſe pour la » charge juſqu'à douze pieds de profondeur, & la même augmen- » tation leur ſera accordée de ſix pieds en ſix pieds ſur toute la pro- » fondeur de leur travail, de maniere qu'au-deſſous de douze pieds

» & juſqu'à la profondeur de ſix autres pieds, il leur ſera payé dans » l'attelier 14 ſ. & à dix-huit pieds de profondeur, 16 au lieu de » 12 ſ. qui eſt le prix des Ouvrages communs, & ainſi d'un appro- » fondiſſement à l'autre.

» Et ſi les Soldats ſont obligés de travailler dans l'eau & de ſe » moüiller les pieds, ſoit dans les Fondations ou aux approfondiſſe- » mens des Foſſez, outre le prix ci-deſſus, il leur ſera augmenté 5 ſ. » par toiſe dans l'attelier, en ſorte qu'au lieu de 16 ſ. qu'il leur a été » réglé pour la charge lorſqu'ils ſont à 18 pieds de profondeur, il » leur en ſera payé 21 pendant les mois de Mars, Avril, May, » Juin, Juillet, Aouſt, Septembre & Octobre, & à l'égard des au- » tres mois d'hyver, l'augmentation ſera de 10 ſols au lieu de 5 dans » l'attelier, moyennant quoi les Soldats Ouvriers ſeront obligés » de faire des rigolles dans leurs atteliers ſeulement pour l'écou- » lement des eaux aux mêmes prix & conditions ci-deſſus; & quant » à la dépenſe des moulins, elle ſe fera aux frais des Entrepreneurs.

» Et comme la qualité du Roc eſt incertaine, le prix de l'exca- » vation en ſera arbitré par l'Ingenieur qui aura ſoin des Fortifica- » tions de la Place dans laquelle il ſe trouvera du travail de cette » nature, & à l'égard du tranſport du moilon qui en proviendra, » il ſera ſeulement payé aux Soldats pour la charge 10 ſols attendu » qu'il ſe trouve tout tiré, & que ce travail ſe peut faire ſans donner » aucun coup de pioche; mais l'éloignement du chemin ſera payé » ſur le même pied que les terres & les décombres ſuivant le ré- » glement qui a été fait pour le tranſport deſdites terres fait à Straſ- » bourg le 2 Juin 1688.

Deffaut de ce Réglement; c'eſt Mr de Vauban qui parle.

» Le premier défaut remarquable de ce Reglement eſt dans le » prix de la charge que l'on taxe à 12 ſ. la raiſon eſt que la qualité » des terres étant toujours différente entre celles de la ſuperficie, » & celles qui ſont 4, 5, 6 ou 7 pieds plus bas, il s'enſuit qu'il eſt » impoſſible que la Régle ſoit bonne, parce qu'en terres molles ou » de prairie, où l'on peut charger de la premiere main, un homme » pourra ſuffire au chargeage d'une file de relais, ou dans d'autres » deux, même trois ne le pourront pas, cependant le prix de la » toiſe étant égal à l'un comme à l'autre, il s'enſuit qu'il y a lézion » de la part du Roi, quand le terrain étant bon, il n'y a qu'un » ou deux hommes à charger, & de la part des Soldats quand le ter- » rain étant mauvais, il y en a pluſieurs.

» Il n'en eſt pas de même ſi le prix de la charge eſt fixé à 12. ſ. » par toiſe, & qu'un homme de moyenne force puiſſe lever deux » toiſes cubes de terre en un jour. L'expérience nous apprend que

» cela ſe peut dans tous les terrains marécageux & de prairie où l'on » peut charger au louchet de la premiere main, ſans avoir beſoin » de la pioche, cet homme ſeul, dis-je, gagnera 24 ſ. ſi au lieu d'un » on eſt obligé d'y en mettre deux, ils n'en gagneront que 12, s'il » en faut trois, ils n'en gagneront que 8, ſi quatre que ſix, & ainſi » à proportion que le nombre des chargeurs augmentera, le prix » de leurs journées diminuera.

» De cette maniere, il réſulte, premierement que quand il n'y a » eu que un ou deux hommes à charger, le Roy eſt lezé, parce que » les journées ſont trop cheres, quand il y en a trois le Soldat gagne » une journée raiſonnable; mais quand il y en a plus la perte tombe » ſur lui, & ſi on ne peut pas dire que les relais le tirent d'affaires, » car nous ferons voir que le même défaut s'y rencontre.

» Secondement, que l'augmentation de 2 ſ. par toiſe dans les » Fondarions génées juſqu'à 12 pieds de profondeur, n'eſt pas tou- » jours juſte par tous les endroits où cela ſe trouve, ni l'augmenta- » tion ſi bien appliquée qu'on n'y puiſſe trouver ſujet de lezion, non » plus que celle qui accorde le même prix depuis 12 pieds de pro- » fondeur juſqu'à 18, & autres 2 ſ. depuis 18 juſqu'à 24, & ainſi » de ſuite de 6 pieds en ſix pieds, juſqu'à parfaite profondeur en l'une » & en l'autre; on ne remedie pas avec aſſez de diſtinction au dé- » faut de la charge qui peut être plus ou moins difficile que ne porte » l'augmentation de ce prix.

» Troiſiémement, que l'augmentation du prix pour ceux qui doi- » vent travailler dans l'eau n'eſt pas moins défectueuſe, attendu » que ſi elle eſt plus ou moins abondante & inégale, il eſt impoſſible » qu'un prix toujours égal leur puiſſe convenir, de maniere » qu'il n'y ait lézion de part & d'autre, je dis la même choſe de ce » qui fuit, ſans que le plus ou moins de profondeur faſſe rien à cet » égard, parce qu'il ne s'agit pas d'épuiſement, mais ſeulement de » la charge.

» Quatriémement, que le Reglement des relais n'eſt pas moins dé- » fectueux, en ce que plus il y en a, moins l'Ouvrier gagne, par » exemple ſi la charge eſt payée à 12 ſ. la toiſe & le relais à deux, » & qu'il y ait ſeulement la longueur d'un relais à mener, la toiſe » reviendra à 14 ſ. auquel cas ſi un homme peut charger 2 toiſes & » un autre les mener, ce ſera deux hommes d'employés pour char- » ger & mener 2 toiſes de terre, dont le prix reviendra à 28 ſ. les » deux, parrant chaque homme gagnera 14 ſ. qui eſt une journée » trop forte; mais s'il faut mener les terres à 20 toiſes, il faudra » établit deux relais, & par conſéquent ajouter un homme aux deux.

» qui feront trois ; cependant le prix de la toiſe n'augmentant que » de 2 ſ. il arrivera que celui de 2 toiſes ne ſera que de 32 ſ. qui » diviſés à trois hommes feront 10 ſ. 8 den. chacun, ainſi dès le ſe- » cond relais, voilà 3 ſ. 4 den. de diminution, ſi la diſtance eſt de » trois relais ou de 30 toiſes, au lieu de trois hommes il en faudra » quatre pour mener 2 toiſes de terre, qui à 18 ſ. la toiſe, feront » 36 ſ. les deux, & 9 ſ. pour la journée de chaque Ouvrier : que ſi » ledit tranſport eſt de 4 relais, il faudra 5 hommes pour charger » & mener ces 2 toiſes de terres, qui travaillant toujours d'égale » force ne gagneront que 8 ſ. chacun, parce que la toiſe cube ne » reviendra qu'à 20 ſ. finalement, ſi ce même tranſport va juſqu'à » 50 toiſes de diſtance du lieu d'où l'on charge, ou cinq relais, il » faudra 6 hommes pour charger & mener ces 2 toiſes de terre qui » reviendront à 44 ſ. leſquels diviſés en ſix feront 7 ſ. 4 den. cha- » cun, qui eſt une journée un peu foible & qui la deviendra toujours » de plus en plus à meſure qu'il faudra augmenter les relais ; deſorte » qu'à 10 relais les journées ne reviendront qu'à 5 ſ. 9 den. ce qui » n'eſt pas ſuportable, ainſi quoiqu'il y ait égaliré de travail, les jour- » nées diminuent à meſure que le tranſport s'éloigne.

» Si l'on vouloit augmenter chaque relais de 6 den. d'un ſols ou » même davanrage on ne parviendroit pas encore à mettre ce ré- » glement dans l'égalité néceſſaire à un travail bien ordonné, le Roi » érant toujours lezé aux deux premiers relais, & le Soldat dans la » plus grande partie des autres & beaucoup d'inégalité dans les jour- » nées, ce qui n'eſt pas raiſonnable attendu que les Ouvriers qui » travaillent également & d'égale force dans un même ouvrage doi- » vent gagner autant les uns que les autres, à quoi il faut ajouter » que dans tous les lieux où la quantité des relais ſurpaſſe le nombre » de 10, la lézion y eſt bien plus ſenſible, parce qu'à meſure que le » nombre des relais augmente, le prix des journées diminue, voilà » donc les défauts de ce Reglement prouvés de maniere à n'en pou- » voir douter, je ne dis rien des autres particularités, parce que ce » ne ſont que des conſéquences de ces deux principes, qui étant » d'eux-mêmes défectueux, il s'enſuit que tout ce qui en dépend ne » peut manquer de l'être.

Des moiens les plus convenables pour corriger ces défauts.

» Comme ces défauts ne proviennent que de ce que le prix du » chargeage eſt trop fort, & celui des relais trop foible, & de ce » que ni l'un ni l'autre n'ont pas éré réglés ſur le prix commun » des journées que l'on veut faire gagner aux Soldats, il ſera fort » aiſé de le corriger en leur donnant un prix modique, non en vue » de les faire travailler ſur ce pied-là, mais d'en faire l'application

» au prix de la toiſe cube, laiſſant aux Ouvriers après d'en attraper » ce qu'ils pourront par la force de leur bras.

» Il eſt très poſſible de remedier aux inconvéniens & d'ôter tout » prérexte aux Soldats de crier, ſi au lieu de regler la charge & les » relais au hazard, & ſans connoiſſance préciſe du prix des terres » par rapport aux différences de leur molleſſe, dureté & tranſport; le » Roi a pour agreable d'ordonner ce qu'il lui plaira que le Soldat » gagne par jour; car ſi par exemple ſa journée eſt réglée à 8 ſ. par » jour qui eſt un prix bas & modique pour des gens qui travaillant » à la tâche, vont ordinairement de toute leur force; mais qui ne » l'eſt pas tant pour des gens qui tirant la ſolde du Roi par d'autres » ſervices, ne ſont cependant employés qu'à celui-ci, du moins » un certain tems, il n'y a dis-je qu'à taxer le chargeage & les re- » lais par raport aux journées des hommes; & il arrivera que ſi un » homme charge deux roiſes de la premiere main & ſans pioche, la » journée de cet homme montant à 8 ſ. partagés en deux, donnera » 4 ſ. pour la charge de chaque toiſe cube de terre, mais s'il y faut » deux hommes, leur deux journées montant à 16 ſ. donneront » 8 ſ. pour chacun, ſi trois hommes 24 ſ. ſi partagés de recheſ en » deux donneront 12 ſ. pour chaque toiſe cube, & ainſi des autres » augmentant toujours de 4 ſ. à chaque fois que l'on ſera obligé » d'augmenter d'un chargeur.

» A l'égard des relais il n'y a pas de meilleur moyen de les régler, » qu'en les établiſſant à 15 toiſes de diſtance les uns des autres en plain » terrain & à dix en montant, & du ſurplus fixer le prix de chacun » à 4 ſ. par toiſe, qui produit toujours cette journée d'hommes qui » doit ſervir de baſe au reglement du prix; mais non au gain des » Soldats, car tel gagnera juſqu'à 10 & 11 ſ. que d'autres n'en ga- » gneront pas plus de 6 ou 7, ſelon leur force & le mouvement » qu'ils ſe donneront, ce qui ne peut que bien réüſſir & avec beau- » coup de juſtice; car chacun gagnera ſuivant ſon travail, & aucun » d'eux n'aura lieu de ſe plaindre que de lui-même.

» A ce que deſſus on doit ajoûter, premierement de fixer la » diſtance des relais à 15 toiſes en plain Pays, & à 10 où il faut » monter par des Ponts ou par des rampes, comme il a déja été dit » ſans changer de prix, la raiſon eſt que d'expérience faite & plu- » ſieurs fois réiterée, une toiſe cube de terre peut être menée en » 250 broüettées, & deux en 500, qui eſt la tâche commune » que nous aſſignons à un ouvrier de moyenne force, & pour les » mener en place, il faudra qu'il faſſe 15000 toiſes de chemin en » plaine, dont la moitié chargé & 10000 en montant & d'étendu-

» c'eſt-à-dire 6 lieuës de 2500 toiſes chacune en plaine; & près » de quatre en montant & d'étenduë, or il n'y a point d'ouvrier qui » n'aime autant faire 15 toiſes en plaine que 10 en montant.

» Secondement fixer le tems du travail à 10 heures par jour & ce- » lui du repos à trois qui ſont en tout 13 heures de ſujetion, com- » mençant le travail à 5 heures du matin pour être à 5 & demie en » train, le quitter à 8 heures pour déjeuner une demie heure, le » reprendre à 8 & demie, pour le quitter de recheſ à 11 & aller di- » ner; plus le reprendre à une heure pour le quitter à 3 & demie; » enfin le reprendre à 4 pour le quitter tout-à fait à 7.

» J'eſtime qu'on peut encore régler le travail comme ci-après.

» Le commencer par exemple à 5 heures du matin & travailler » juſqu'à 8, le quitter depuis 8 juſqu'à 9, & le reprendre depuis » 9 juſqu'à 12, le diſcontinuer juſqu'à 2, & le reprendre enſuite, » & le continuer juſqu'à 7 du ſoir, ce qui fait 10 heures de travail, » & trois heures de repos par jour.

» On pourra ſoutenir le travail ſur ce pied 8 mois de l'année, » ſçavoir Mars, Avril, May, Juin, Juillet, Aouſt, Septembre, » Octobre, pour les 4 autres mois qui ſont d'hyver; on en pourra » retrancher les déjeunés & les goûtés, & réduire le tems du tra- » vail à 7 heures, pendant leſquelles je ſuis perſuadé que les ouvriers » ne feront gueres plus de demie journée d'Eſté à cauſe du froid & » du mauvais tems, je tiens qu'il ne faut point impoſer davantage » au ſoldat qui a ſa tâche, parce qu'il eſt certain que 10 heures de » travail d'un homme qui a pour chaſſavant ſon interêt en valent » du moins 15 d'autre qui a ſa journée réglée, de les pouſſer plus » loin, c'eſt les outrer & les expoſer à devenir malades, & ne pou- » voir pas tenir long-tems.

» Troiſiémement, d'augmenter un homme aux chargeurs quand » il y aura de l'eau dans le travail, & qu'on ſera obligé à des épui- » ſemens; ſi c'eſt en Eſté en conſidération des rigolles qu'il faut pour » les écouler vers les moulins qui l'épuiſent & du nettoyement des » rampes & de la terre qui ſe perd par les chemins, & ſi elles ſont » ſi abondantes qu'un homme ſeul n'y puiſſe pas fournir, augmenter » d'un & demi ou de deux; ainſi du reſte ſuivant les difficultés qui » ſe préſenteront, ſi c'eſt en hyver & que le Soldat ait le pied mouil- » lé, on pourra en conſidération du froid qu'il aura à ſouffrir lui aug- » menter encore d'un homme de plus, ce qui doit être arbitré par » l'Ingenieur en chef avec beaucoup de circonſpection.

» Quatriémement, d'augmenter d'un homme à la charge où les » terres ſeront dures, ou de deux, même de trois ſelon que l'ou-

vrage

» vrage ſera difficile, de cette façon on pourra même réglet l'ex-
» cavation du Roc & rocailles aſſés juſte, puiſque le plus ou moins
» d'hommes au chargeage & piochage en fera toute la différence,
» & c'eſt ſurquoi les Soldats ſe reglent aſſez bien d'eux-mêmes.

» Cinquiémement, chomer tous les Dimanches, mais non les
» Fêtes, comme étant très-certain qu'on ne gagne rien au travail
» des Dimanches, par la raiſon que tout homme qui a travaillé ſix
» jours tout de ſuite a beſoin de repos le ſeptiéme.

» Sixiémement, régler un peu la diſtance moyenne des relais du
» centre de l'ouvrage au centre du tranſport, pour éviter les con-
» teſtations qui pourroient arriver à cet égard; & parce que d'or-
» dinaire les Soldats allongent & racourciſſent leur relais comme il
» leur plaît, compter toujours la diſtance totale du lieu où l'on
» charge, à celui où l'on décharge, & régler après les relais com-
» me ci-devant, donnant le plus & ôtant le moins, quand il défau-
» dra ou ſurpaſſera le demi relais pour éviter tout ce qui peut faire
» embarras.

» Septiémement, obſerver dans une même file de relais quand il
» s'en trouvera où il y aura à monter ou deſcendre, de régler ceux
» des montées à 10 toiſes, comme il a été dit ci-devant & ceux
» de la plaine à 15, ſans rien changer au prix des uns & des au-
» tres.

» Huitiémement, ne rien changer non plus où il s'agira de tra-
» vailler dans le Roc, puiſque le nombre de chargeurs ou Rocteurs
» qu'il y faudra de plus, & le moins de gens au relais ſuffira pour
» en regler le prix au juſte, en y prenant garde de près. On pourra
» d'ailleurs ajouter quelque choſe pour l'entoiſage du moilon qui
» ſera propre à bâtir.

» Du ſurplus l'obligation des Entrepreneurs envers les Ouvriers;
» doit être de leur fournir les outils proptes au travail, de faire tous
« les épuiſemens d'eau à leurs dépens, les Ports où il en faudra,
» fournir les Planches, arranger ou faire battre les terres où il ſera
» néceſſaire, couper des rampes dans les taluds qui leur ſeront réglés,
» à quoi les mêmes ſeront obligés; en conſidération de cette obli-
» gation des Entrepreneurs, qui ſont de plus ſujets à d'autres vers
» le Roy, comme de faire l'ouvrage bon & ſolide dans un certain
» tems, & d'en répondre ſuivant les conventions de leur marché,
» on donnera 6 ſ. de plus qu'aux Soldats pour le prix de la toiſe,
» en conſidération de tous les devoirs à quoi ils ſont tenus; avec
» cette remarque que plus il y a de relais, plus leurs charges ſont
» grandes, à cauſe de la quantité de brouettes & d'outils qu'ils

» doivent fournir, ſur quoi il eſt encore à obſerver, que pendant les » Hyvers les frais augmentent de beaucoup, à cauſe de la briéveté » des jours, difficulté des Voitures, abondance des eaux, bouës & » gelées, c'eſt pourquoi les 6 ſ. n'y pourront pas toujours ſuffire à » moins qu'on n'ait ſoin de leur ménager du travail aiſé, commode » & en petite quantité, le mieux eſt de ne les obliger que le moins » qu'on pourra à de grands travaux de terre en ce tems-là, car » s'ils ont quelqu'avantage pendant l'Eté, il eſt certain que les grands » ouvrages d'Hyver les conſommeront : cependant c'eſt une choſe » à bien examiner, car les ouvrages d'Eté où il y a peu de relais » & de conſommation, il y a auſſi bien moins de frais, & par con- » ſéquent beaucoup plus d'avantages qui ſe peuvent modérer ſelon » les lieux & la facilité des ouvrages.

» De cet ordre une fois établi réſultera pluſieurs connoiſſances » aux gens qui font travailler.

» Premierement, que le prix de la toiſe augmentant à chaque » relais de 4 ſ. il s'enſuivra que dès auſſi-tôt qu'on aura donné prix » à ce chargeage, il n'y aura qu'à compter le nombre de relais & » les frais de l'Entrepreneur, pour ſçavoir au juſte le prix qu'on doit » donner à la toiſe.

» Secondement, qu'on aura toujours une connoiſſance parfaite » du prix de la toiſe de terre, puiſque ce prix hauſſera & baiſſera » ſelon le nombre de chargeurs & de relais.

» Troiſiémement, que quelque nombre d'ouvriers qu'il y ait, le Roi ne payera jamais que 8 ſ. pour la journée d'un chacun, qui » n'étant pas cependant diſtribué ſur le pied de journée ; mais bien » ſur le pied de ce qu'ils pourront faire d'ouvrage, il s'enſuivra que » S. M. ſera ſervie très-diligemment, à bon marché, ſans peine & » ſans violenter perſonne.

» Quatriémement, que ſi on fait attention à l'utilité de cette » propoſition, on la trouvera très-avantageuſe, d'autant que la jour- » née du Roi étant aujourd'hui reglée à 10 ſ. il n'y a pas d'hommes » de ceux qui travaillent à la tâche qui n'en merite mieux 15, que » ceux qui ſont à la journée de 10 ; cependant on n'en demande ici » que 8 pour faire aller les Soldats de toute leur force.

» Cinquiémement, que pour avoir plus près à mener, le Soldat » n'en gagne pas davantage, ni moins pour avoir plus loin, la toiſe » revenant toujours au prix proportionné à la quantité de ſes re- » lais & à la difficulté de la charge.

» Sixiémement, que quoiqu'on impoſe 6 ſ. par toiſes à l'Entrepre- » neur pour ſes peines, fournitures de planches, ponts, brouettes,

» outils, épuiſemens d'eaux, façon de montées, &c. cela ne ſe » doit entendre que des endroits où il y a grande conſommation » d'outils, comme ceux où il y a pluſieurs relais, & où l'on eſt obligé » de travailler pendant l'Hyver dans le tems des grandes gelées, ou » pendant que les terres ſont trempées & boüeuſes, & en un mot où » il y a beaucoup de peine & peu d'ouvrage, autrement on peut » leur donner depuis 3 juſqu'à 4 & 5 ſols ſelon que les frais des épui- » ſemens & les conſommations en ſont plus ou moins conſidéra- » bles. «

Il eſt à remarquer que le prix des journées à 8 ſ. qui étoit paſſable pour des Soldats dans le tems que ce memoire a été fait, ne ſuffiroit pas préſentement que le rehauſſement des monnoyes & les mauvaiſes années ont tout rencheri, d'ailleurs cela dépend auſſi du Pays où l'on fait travailler par raport aux aiſances ou aux difficultés que les Troupes trouvent à vivre à juſte prix ; c'eſt à l'Ingenieur en chef, ou au Directeur à avoir toutes ces conſidérations pour que le Roy n'y ſoit pas lezé, & que les Soldats auſſi-bien que les Entrepreneurs ſe tirent judicieuſement d'affaire, ainſi ſans s'arrêter conſtamment à cet article, on tirera toujours beaucoup de connoiſſance de ce memoire qui eſt regardé de tous les anciens Ingenieurs comme la meilleure inſtruction qui ait éré écrite ſur ce ſujet.

Dans de certains Pays on diſtingue ordinairement pour le marché des Ouvrages trois ſortes de terres pour en régler le prix, la terre douce ou épierrée pour les parapets, la rocaille & le roc.

Toute Terre où l'on n'a beſoin que du loucher, pour l'enlever eſt regardée comme terre ordinaire, la pierre morte qui ſe trouve mêlée d'un peu de terre & où il ne faut ni maſſe ni pince, & où il ſuffit de la pioche & du pic eſt réputée rocaille. Toute pierre vive où il faut ſe ſervir de pic, de coin, de maſſe, d'aiguille, eſt appellée roc.

Dans le Pays bas où l'on ne rencontre guére de roc ni de rocaille, on diſtingue dans les marchés deux ſortes de terre, l'une eſt apellée terre hors d'eau, qui eſt celle qu'on peut travailler à ſec, & l'autre terre dans l'eau qui ne peut s'enlever ſans beaucoup d'incommodité ; toutes ces terres différentes pourront s'eſtimer en ſuivant l'inſtruction de M. de Vauban, c'eſt-à-dire, en s'attachant à la quantité d'hommes qu'il faut pour en tranſporter une toiſe cube, & aux journées qu'ils doivent gagner.

Dans une terre ordinaire un attelier de quatre Soldats, compoſé d'un piocheur, d'un chargeur & de deux autres qui brouëttent, peut tranſporter à 10 toiſes de l'attelier, deux toiſes & un tiers

cubes dans un jour d'Eté, & un peu plus de la moitié dans un jour d'Hyver.

La rocaille étant, comme je l'ai déja dit, une pierre morte, melée de terre, la difficulté de ſa fouille eſt beaucoup plus grande que celle des terres ordinaires, c'eſt pourquoi le prix en eſt auſſi plus conſidérable ; c'eſt à la prudence de l'Ingenieur de l'augmenter, en ſorte que les Soldats y trouvent leur compte ; & quoiqu'il ſoit difficile de déterminer à quoi peut aller cette augmentation, je dirai pourtant que la toiſe cube de Rocaille, vaut à peu près le double des terres ordinaires.

Quant au roc, il faut auſſi avoir égard à ſa qualité & à ſa dureté, on le tire par mine, dont l'apareil eſt de quatre hommes, qui s'approfondiſſent de cinq pieds dans un roc ordinaire, mais comme le marbre eſt d'une nature plus dure, ils ne peuvent guére s'y aprofondir que de quatre pieds, qui produiſent tout au plus une demi toiſe cube qui conſume environ deux livres de poudre pour charger les petards : outre ces quatre hommes, on ajoute encore deux manœuvres pour arracher les pierres ébranlées par la mine, & ôter les décombres, ainſi ſachant ce que les uns & les autres doivent gagner par jour, & ce qu'il en coutera pour les outils & la poudre, on pourra ſavoir à combien reviendra la toiſe cube.

Pour aprofondir dans le roc, on ſe ſert d'une aiguille, ou barre de fer, de bonne trempe bien acerée pointue par un de ſes bouts, ayant ſix ou ſept pieds de longueur, deux hommes la mettent en mouvement pour faire un trou, en maniere de petit puits, capable de contenir une certaine quantité de poudre, après avoir chargé cette petite mine, on bouche le trou avec un tampon chaſſé à force, afin que la poudre faſſe un plus grand effet, on y met le feu par le moyen d'un morceau d'amadoue, qui ne ſe communiquant à la poudre qu'au bout d'un certain tems, laiſſe aux ouvriers la liberté de ſe retirer ; la mine ayant écarté & ébranlé les pierres, on en fait le déblais, & on repete la même manœuvre autant de fois qu'on le juge néceſſaire.

Avant de commencer la fouille des terres, il eſt de la derniere conſéquence d'en bien indiquer le tranſport, & ſavoir la quantité qu'il en faudra pour la conſtruction du projet que l'on veut éxécuter ; ceux qui font ces projets, doivent en donner des mémoires, afin que les profils étant bien expliqués, on ne s'approfondiſſe qu'à proportion des remblais qu'on aura à faire : c'eſt ordinairement la nature du terrain qui détermine le parti que l'on doit prendre ; car ſi l'on peut creuſer à ſec juſqu'à 18 ou 20 pieds, on ne ſera pas

obligé de faire les foſſés fort larges, parce qu'en les approfondiſſant on aura toujours des terres ſuffiſamment ; & les ouvrages en ſeront de meilleure défenſe, à cauſe qu'ils ſeront moins découverts : ſi au contraire le terrain eſt aquatique, & qu'on ne puiſſe s'enfoncer auſſi avant qu'on le voudroit, ſans être incommodé des eaux, alors on prend ſur la largeur ce que l'on ne peut titer de la profondeur ; mais je le répete, toutes ces conſidérations doivent dépendre du projet, ainſi dans l'exécution il ne s'agit que de bien diriger les ateliers. Cet article demande beaucoup de circonſpection, & quoique la choſe ne paroiſſe qu'une bagatelle, je crois qu'on conviendra qu'on n'a guere exécuté de grands travaux, ſans qu'il ne ſoit arrivé quelque mal entendu dans le maniment des terres ; ici faute d'en avoir fait un amas aſſez conſidérable, avant d'élever les revêtemens, on eſt obligé pour achever l'ouvrage, d'en rapporter par de longs circuits qui augmente les relais, par conſéquent la dépenſe ; là pour n'y avoir pas fait aſſez d'attention, il s'en trouve une trop grande quantité qu'il faut dans la ſuite tranſporter ailleurs, peut être même auprès de l'endroit d'où on les avoit tirées, de ſorte qu'une toiſe cube, qui n'auroit dû être maniée que deux fois, l'une pour la tranſporter, l'autre pour la mettre en œuvre, a été promenée à différens endroits inutilement, ce qui en double ou triple la valeur ; au reſte je ſçai bien que cela n'arrive point à ceux qui ont une grande connoiſſance des travaux, parce qu'ils ſavent prévoir dès le commencement de l'ouvrage, les ſuites des moindres choſes.

Pour faire voir de quelle maniere on peut eſtimer aſſez juſte la quantité de terre deſtinée à la conſtruction d'un ouvrage ; nous ſuppoſerons qu'on a tracé ſur un terrain bien uni, & dans lequel on peut approfondir à ſec un front de Poligone *ABCDEF*, dont le foſſé eſt terminé par la Contreſcarpe *GHI*, & que le rempart qu'on veut élever, eſt exprimé par le profil *ABDKMX* : cela poſé comme la terre qu'on doit porter du côté de la place, & qu'on voit exprimé ici par *KKK*, &c. dépend de l'élevation du rempart : nous ferons comme ſi le revêtement devoit avoir 30 pieds de hauteur, depuis le fonds du Foſſé juſqu'au cordon, & le foſſé 18 pieds de profondeur ; en ce cas, pour que toutes les parties du profil ſoient bien proportionnées, il faut que la hauteur *BC*, du rempart du côté de la place, ſoit de 12 pieds & demi, la rampe *AC*, de 19 & demi, la largeur *CE* de 30, la hauteur *ED* de 14, la rampe *EG* de la banquette de 3, ſa largeur *GL* de 4 & demi, & la hauteur *FG* ou *HL*, de 15 & demi, enfin le parapet devant avoir 4 pieds & demi de hauteur, *KN*, ſera de PLANCH. 7.

20 pieds, & *LN*, d'un & demi ; & ſi l'on fait abſtraction des contreforts, & qu'on ſuppoſe pour abreger, que le revêtement ait 5 pieds d'épaiſſeur au ſommet, *MI* ſera de 18 pieds, & *VI* de 13. Or ſi l'on cherche la ſuperficie de toutes les parties dont nous venons de donner les dimenſions ; on trouvera qu'elles compoſent enſemble 907 pieds quarrés d'où il faut retrancher la partie des contreforts, qui eſt au-deſſus de la ligne horiſontale *AT*, après en avoir fait la réduction, ainſi qu'on l'a enſeigné dans l'article 46 du premier livre, & l'on trouvera qu'elle eſt équivalente à 26 pieds quarrés, qui étant retranchés de 907 la difference ſera 881 pieds quarrés, quand on n'aura égard qu'au profil, mais qui deviendront des pieds cubes, en ſuppoſant que le profil a un pied d'épaiſſeur. Si l'on veut ſçavoir combien il faut de toiſes cubes de terre par toiſe courante, on réduira les 881 pieds, en toiſes quarrées, pour avoir environ 24 toiſes & demi, qui étant multipliées par une toiſe, donnera 24 pieds & demi de toiſes cubes, c'eſt-à-dire, que ſi la face d'un Baſtion a 50 toiſes de longueur, il faudra à peu près 1225 toiſes cubes de terre pour former cette face.

Mais ſans s'embarraſſer de ce qu'il faut pour chaque partie du front, il ſuffira après avoir trouvé la ſuperficie du profil *ABDHKMI*, & en avoir retranché les contreforts reduits, de diviſer 881 pieds par la profondeur qu'on veut donner au foſſé, c'eſt-à-dire par 18 & l'on trouvera environ 49 pieds pour la largeur *RS*, de la tranchée, qui ayant 18 pieds de profondeur, fournira les terres néceſſaires à l'élevation du rempart, ainſi traçant une ligne *LMNOPQ*, paralelle aux parties du front *ABCDEF*, en ſorte qu'elle ſoit éloignée de 49 pieds du derriere de la muraille, on aura l'eſpace que doit occuper la tranchée dont je parle, puiſque une toiſe courante de la vuidange de cette tranchée fournira des terres pour une toiſe courante de rempart, ce qui eſt bien évident, puiſque 6 pieds de longueur, 49 de largeur & 18 de profondeur, donnent 24 toiſes & demi cubes.

Selon l'eſtimation précédente, j'ai ſuppoſé qu'il étoit queſtion des Baſtions vuides, & dont le terre plain ſeroit de niveau avec le rez-de-Chauſſée de la place. Si on avoit des raiſons pour le faire autrement, ſoit pour y conſtruire des ſoûterrains, ou y élever des cavaliers, on pourra toujours en ſe reglant ſur les profils, ſavoir de combien il faudra augmenter la largeur de la tranchée, pour avoir une quantité de terre ſuffiſante, car j'entens qu'il faut toujours en faire l'amas avant de conſtruire le revêtement.

A meſure que l'on fait le déblais des terres, on les porte à 8 ou 10 toiſes du côté de la place, ſi le terrain eſt de bonne conſiſ-

tance, & qu'on ne craigne pas les éboulemens, on donne aux Banquettes *OP*, qui doivent ſe trouver derriere le revêtement, le plus de hauteur qu'il eſt poſſible; & une largeur ſuffiſante ſeulement pour ſe ſoutenir, afin que quand la muraille ſera élevée, l'on n'ait que peu de remblais à faire, ce qui diminue la pouſſée des terres: à l'égard des Banquettes *ST*, qui ſe font du côté de la campagne, il faut leur donner beaucoup plus de largeur que de hauteur, afin que les travailleurs puiſſent les pratiquer commodément.

Quand on a creuſé juſqu'à la profondeur *PS*, que doit avoir le foſſé, on fait une nouvelle tranchée *PQRX*, pour les fondemens de la muraille, les terres qui en proviennent ſe jettent du côté de la campagne & ſe tranſportent auſſi-bien que toutes celles qui étoient reſtées dans le Foſſé aux endroits marqués pour la conſtruction des ouvrages de dehors; on obſerve à meſure qu'on en fait la vuidange de laiſſer des témoins de diſtance en diſtance, ou des profils pour ſervir à faire les toiſés.

CHAPITRE NEUVIE'ME.

De la maniere de faire les Fondemens des Edifices dans toute ſorte d'endroits & principalement dans le mauvais terrain.

IL ſemble qu'avant d'enſeigner la conſtruction des Fondemens, j'aurois dû dire quelque choſe ſur les précautions que l'on prend pour ſe mettre en état de travailler dans les lieux aquatiques, expliquer la façon des batardeaux que l'on conſtruit pour ſe garantir des eaux Etrangeres, ou pour faire des épuiſemens avec le ſecours des machines que l'on a imaginées à cet uſage; dérailler les propriétés de ces machines, afin de donner la préférence à celles dont on peut ſe ſervir le plus utilement: c'eſt auſſi ce que j'ai fait dans un Chapitre aſſez long que j'avois deſtiné à précéder immediatement celui-ci, mais ayant fait réflexion que ſa véritable place devoit être dans l'Architecture Hidraulique, c'eſt-à-dire dans la ſeconde partie de cet ouvrage, je m'en ſuis tenu à ce dernier parti, c'eſt pourquoi j'y renvoye le Lecteur.

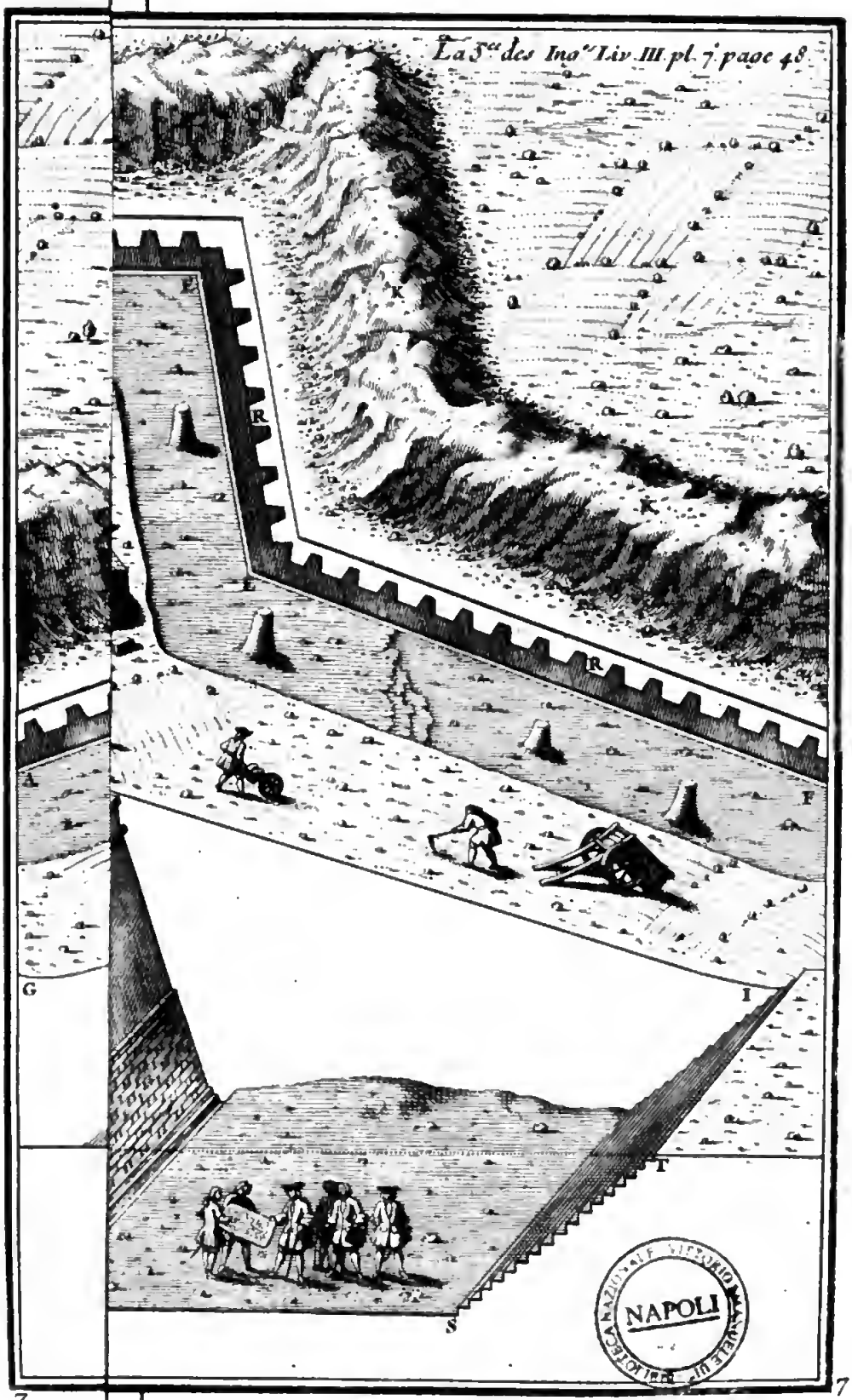
La premiere connoiſſance dont il faut être prévenu, eſt la nature des terrains qui ſe rencontrent en approfondiſſant, & quoique leur diverſité ſoit très grande, on peut cependant la réduire à trois eſpeces principales. La premiere eſt celle de tuf & de roc, ce der-

nier eſt facile à connoître par la réſiſtance que les Terraſſiers trouvent à ſoüiller.

La ſeconde eſpece de terrain, eſt celle de Sable dont on diſtingue de deux ſortes; l'une eſt le Sable ferme & dur ſur lequel on n'héſite point à établir des fondemens, & l'autre le Sable mouvant, dont le peu de conſiſtance ne permet pas qu'on travaille deſſus, ſans prendre quelque précaution pour prévenir les accidens. On diſtingue le Sable mouvant d'avec le ferme, par le moyen d'une ſonde de fer, dont le bout eſt fait en *tariere*, afin de voir en la tetitant la nature du fond qu'elle a percée. Lorſqu'elle réſiſte & qu'elle entre avec peine, c'eſt une marque que le ſable eſt dur, au lieu qu'on doit juger du contraire ſi elle entre facilement: quand on eſt obligé de ſoüiller fort avant pour rencontrer le bon fonds, on allonge la ſonde par le moyen de pluſieurs branches de fer qui s'ajuſtent bout à bout avec des vis en écrouës. Il ſe rencontre dans les lieux aquatiques un ſable d'où il ſort de l'eau quand on marche deſſus, ce qui l'a fait nommer *Sable boüillant*, qu'on ne doit point confondre avec le mouvant, puiſqu'il s'en trouve ſouvent ſur lequel on peut aſſeoir des fondemens très-ſolides, comme nous le ſerons voir ailleurs.

La troiſiéme eſt celle de terre dont on diſtingue de quatre ſortes, la terre ordinaire, *la graſſe*, *la glaiſe*, & celle de tourbe. La terre ordinaire ſe trouve dans les lieux ſecs & élevés, la terre graſſe eſt preſque toujours compoſée de vaſe ſans conſiſtance & ne ſe trouve guere que dans les lieux bas; on ne peut y fonder qu'avec de grandes précautions, pour la glaiſe elle ſe trouve indifféremment dans les lieux hauts & bas, quand elle eſt ferme & qu'elle forme un banc d'une épaiſſeur conſidérable, on peut y fonder hardiment, pourvû qu'on ſoit ſûr qu'elle ſe trouve par tout d'une égale conſiſtance, ſans quoi il faudroit prendre des meſures convenables à la néceſſité, pour la terre de tourbe elle ne ſe trouve que dans les lieux aquatiques & marécageux; c'eſt une eſpece de terre graſſe, noire & bitumineuſe, qui ſe conſume au feu après l'avoir fait ſécher & dont l'uſage eſt très-commun au Pays-bas, il y a des gens qui prétendent que cette terre provient des différens accroiſſemens que certains cantons ont reçûs en s'élevans par la ſuite des tems: ce qui favoriſe cette opinion eſt qu'ayant fouillé dans un terrain tourbeux, on y a trouvé des arbres d'une groſſeur conſidérable, & tous les autres veſtiges d'un lieu qui a été autrefois découvert: au reſte il n'eſt point aſſez ſolide pour y aſſeoir des fondemens à moins qu'on ait recours à ce que l'art & l'induſtrie peuvent fournir en pareil cas.

Indépendamment des ſoins qu'on doit prendre pour avoir une parfaite


La 3me des Inq.ns Liv. III. pl. 7. page 48.
K
K
R
R
E
E
a
a
F
G
I
T
S
NAPOLI

parfaite connoiſſance du fond ſur lequel on veut travailler, il eſt bon de queſtionner les Ouvriers du Pays, il s'en rencontre toujours quelques-uns à qui le bons ſens, & l'uſage continuel où ils ſont de travailler dans un même endroit, ont fait faire des remarques & des réflexions, dont il eſt bon qu'on ſoit prévenu : ſouvent ces gens-là donnent plus de connoiſſance dans un quart-d'heure, qu'on ne pourroit en acquerir par de longues & pénibles recherches.

Nous propoſant de faire voir la maniere de fonder ſur toute ſorte de terrain, les différens moyens qu'on va inſinuer, pourront s'apliquer à la Conſtruction des Edifices en general, cependant comme nous avons principalement en vûë les ouvrages des Fortifications, on s'attachera plûtôt à donner des exemples qui leur ſoient aplicables, qu'à tout autre eſpece de Travaux ; c'eſt pourquoi les deſſeins de la huitiéme planche repréſentent des profils de remparts.

Fondement ſur le Roc.

Les fondemens qui ſe font à ſec, ſont aſſis ſur le roc, ou ſur un bon fond ; quand on fonde ſur le roc, on établit les aſſiſes par reſſauts s'il faut monter ou deſcendre, leur donnant le plus d'aſſiette qu'il eſt poſſible, & un pouce ou un pouce & demi de pente du devant au derriere, afin que la Maçonnerie qu'on veut élever ſe ſoûtienne parfaitement. Si le roc eſt trop uni, & qu'on aprehende que la Maçonnerie ne faſſe pas de bons arpemens, on le pique à coups de marteau têtu, & après avoir bien nettoyé les décombres, on l'aſſéoit en bain de bon mortier, & on l'encaſtre de quelques pouces. Si le roc ſur lequel on veut fonder, eſt diſpoſé de maniere que ſa hauteur puiſſe faire partie du mur, on lui addoſſe la Maçonnerie, & on y fait des écorchemens pour que l'un & l'autre puiſſent ſe bien lier enſemble ; par exemple après avoir creuſé les Foſſés d'une Fortereſſe, on en revêtit ſon eſcarpe & ſa contreſcarpe, & au lieu qu'on auroit donné à la baſe du mur 10 ou 12 pieds, dans tout autre terrain on ſe contente de ne lui en donner que quatre ou cinq ſuivant les reſſauts qu'on a formé, parce qu'alors n'ayant pas de grands remblais à faire, les revêtemens n'ont que peu de pouſſée & même quelquefois point du tout. PLANCH. 8. FIG. 3.

Ces ſortes de revêtemens quoiqu'aiſés à conſtruire en apparence, à cauſe qu'on n'a rien à apprehender de la part du fonds, rencontrent ſouvent bien des difficultés dans l'execution, quand il s'agit d'élever quelque Fortereſſe au ſommet d'un rocher eſcarpé, où l'on ne peut faire quatre toiſes d'ouvrages ſans monter ou deſcendre, & où il faut quelquefois 10 ou 12 profils différens pour exécuter une ſeule piece. Les Ingenieurs qui font travailler dans le Rouſſillon & dans les autres endroits Montagneux, ſeroient ſeuls capables de

donner de bonnes inſtructions pour ſe conduire dans de ſemblables terrains, je crois même qu'il n'y a guere que ſur les lieux qu'on peut s'appercevoir des différentes pratiques dont on ſera obligé de ſe ſervir, la néceſſité avec un peu de génie, fourniſſant mil moyens pour ſurmonter les obſtacles à meſure qu'ils ſe préſentent. J'ai toûjours regardé ce Chapitre comme le plus difficile de ceux que j'avois à traiter, puiſque pour le rendre complet, il m'auroit falu de bons memoires, généralement de tous les Ingenieurs en chef qui ſont dans nos places; car il y a cela de fâcheux qu'on ne peut paſſer de l'un à l'autre, ſans rencontrer quelque changement dans la maniere de travailler, ce qui vient de la différence du terrain ou de la qualité des matériaux; mais ſi j'avois voulu embraſſer toutes les parties d'un ſujet auſſi vaſte que celui-ci, & en faire de même pour les autres, j'aurois été obligé d'entrer dans un détail immenſe qui m'auroit engagé (non pas à faire un Livre) mais une Biblioteque, il a donc falu m'en tenir aux pratiques les plus eſſentielles, dans l'eſperance que l'on me feroit grace de tout ce qui méritoit moins d'attention.

Quand on eſt obligé d'établir des murs ſur un roc fort inégal par ſa figure & quelquefois par ſa conſiſtance, la plus grande difficulté eſt de raccorder à une certaine hauteur les premieres aſſiſes de Maçonnerie qui doivent ſervir de Fondemens, & de les bien lier avec le roc, de tous les moyens qui ſont venus à ma connoiſſance & dont on peut ſe ſervir en pareil cas, en voici un entr'autre pour lequel je pencherai beaucoup & dont on s'eſt bien trouvé dans la conſtruction de pluſieurs grands ouvrages.

Fondement de pierrée.

Après avoir établi le terrain de la maniere qu'on le jugera le plus convenable, & avoir réglé l'épaiſſeur qu'il faudra donner aux fondemens, par rapport à l'élévation de la muraille, il faut en border les allignemens avec des cloiſons de Charpente, en ſorte qu'elles compoſent enſemble un coffre dont le bord ſupérieur ſoit diſpoſé le plus horiſontalement qu'il ſe pourra; car pour le bas il doit ſuivre la figure des reſſauts & des différentes ſinuoſités qu'on aura été obligé de donner au roc: ayant fait un grand amas de pierrailles, il faut les corroyer avec du mortier, on pourra même ſi le roc eſt bon ſe ſervir des décombres qu'on en aura tirés après avoir réduits les plus forts quartiers à une groſſeur médiocre qui ne doit pas paſſer celle du poing: il faut le lendemain ou au plus tard deux jours après qu'on aura fait pluſieurs tas de mortier de pierrées, avoir un grand nombre de Manœuvres, dont les uns rempliront les coffres de ce mortier, tandis que les autres le batteront, à meſure que la Maçonnerie s'élevera, avec des dames du poids de 30 livres ferrées par le

FIG. 11. & 12.

bout ; (je crois qu'il n'eſt pas beſoin de dire qu'elle doit être aſſiſe immediatement ſur le roc dans lequel elle doit être encaſtrée de 7 ou 8 pouces) lorſqu'elle a priſe conſiſtance, & qu'elle eſt ſuffiſamment ſéche, on détache les cloiſons pour s'en ſervir ailleurs ; j'ajouterai que quand on eſt obligé de faire quelque caſcade pour monter ou deſcendre, on ſoûtient la Maçonnerie par les côtés avec d'autres cloiſons diſpoſées en gradins, ainſi on ſurmonte le roc par des fondemens auſquels on donne la figure que l'on veut ; car l'on doit entendre que j'appelle ici fondement, la Maçonnerie qui ſert d'empattement à celle que l'on veut élever par aſſiſe réglée, quoique cet empattement ne ſoit point enterré comme les fondemens ordinaires. Je n'en détermine point la hauteur, qui ſera ſi l'on veut de 3 à 4 pieds plus ou moins ſelon la néceſſité.

Pour que toutes les parties des fondemens ſoient bien liées enſemble & parfaitement unies avec le roc, il faut remplir les coffres ſans interruption ſur l'étendue qu'on a jugé à propos d'embraſſer, obſervant de faire battre également par tout, particulierement dans le commencement, afin que le mortier & les pierres s'inſinuent dans les écorchemens qui ſe trouveront figurés dans le roc, ſoit par le hazard, ou parce qu'on aura jugé à propos de les faire exprès, pour rendre la liaiſon plus parfaite.

Quand le roc eſt fort eſcarpé on peut pour ne point faire de remblais derriere les fondemens, ſe contenter d'établir une ſeule cloiſon ſur le devant pour ſoûtenir la Maçonnerie & remplir de pierrées l'intervalle qui ſe trouve depuis-là juſqu'à l'eſcarpement, ce qui rendra l'ouvrage encore plus ſolide.

Quand on a établi & bien arraſé à la hauteur convenable, les fondemens ſur toute l'étenduë qu'on a embraſſé, on continuë à repeter la même manœuvre ſur le prolongement de l'ouvrage, obſervant de bien lier la vieille Maçonnerie avec la nouvelle, c'eſt-à-dire les pierrées faites depuis quelque-tems avec celle qu'on voudra y ajoûter ; pour cela il faudra toujours faire en rampe les extrêmités des fondemens qu'on ſaura devoir être prolongés, jetter de l'eau deſſus, & bien battre la nouvelle maçonnerie à meſure qu'elle ſera appliquée ſur la vieille.

De cette maniere l'on fera des fondemens, qui venant à ſe durcir peu à peu, ne compoſeront par tout qu'un ſeul corps ſi ferme & ſi inébranlable qu'il ne faut pas aprehender qu'il ſe faſſe par la ſuite aucun affaiſſement ni rupture, ſoit qu'ils ſe trouvent inégalement chargés par le poids de la muraille qu'on aura élevée deſſus, ou que certaine partie du terrain moins ſolide que l'autre, céde ou ſe détache comme cela arrive quelquefois.

Quand on eſt dans un Pays où la Chaux eſt bonne, je ſuis perſuadé que de toutes les Maçonneries, il n'y en a point de plus excellente que celle que je viens de décrire, & qui ſoit plus commode dans une infinité d'occaſions, ſouvent l'on creuſe des fondemens dans un terrain qui ſera ferme en un endroit & douteux à quelque pas plus loin, ce qui eſt cauſe que les murs s'affaiſſent inégalement; ſi les fondemens ſont faits de pierrées, il ne faut pas apprehender qu'étant d'une certaine épaiſſeur, il ſe faſſe jamais quelque rupture, quand bien même il y auroit des parties qui porteroient à faux, ce que l'on ne peut pas attendre de la Maçonnerie ordinaire, ſur tout quand elle eſt faite de groſſes pierres à cauſe que le mortier s'y attache moins & eſt ſujet à s'entaſſer plus en un endroit qu'à l'autre, c'eſt qui a fait dire à Vitruve que la Maçonnerie faite avec de petites pierres étoit plus indiſſoluble que les autres. Mr Perrault dans le Commentaire qu'il a fait de cet Auteur, fait voir en pluſieurs endroits de ſes nottes, que les anciens faiſoient ſouvent de la Maçonnerie de pierrées, non-ſeulement pour les Fondations épineuſes; mais encore dans une infinité d'occaſions, comme on en peut juger par les monumens qui reſtent, où l'on remarque que tous les Ouvrages faits dans ce goût-là, ſe ſont durcis au point de ſurpaſſer la ſolidité du marbre : car il faut convenir qu'il n'y a point de pierre ſi dure qu'elle puiſſe être qu'on ne rompe, & dont on ne tire aiſément des éclats, au lieu que d'un maſſif fait de mortier de pierrées, on n'en peut ſéparer les parties que ſucceſſivement.

Quand on eſt dans un Pays où la pierre dure eſt fort rare, je crois qu'on pourroit en toute ſeureté faire les ſoûbaſſemens des gros murs avec une bonne pierrée, la difficulté eſt ſeulement d'avoir d'excellente Chaux: il eſt vrai que la grande quantité qu'il en faut, rend cette Maçonnerie fort chere; mais cela ne doit point en diminuer le mérite quand il s'agit d'un Ouvrage de conſéquence; on en voit périr tous les jours pour y avoir regardé de trop près en les conſtruiſant, & quand il faut les réparer, on s'aperçoit trop tard des inconvéniens d'une œconomie mal-entenduë : cependant tout bien conſidéré, la Maçonnerie de pierrée ne coûtera jamais celle de Pierre de Taille, l'on pourroit ſeulement trouver à redire que voulant l'employer pour des ſoûbaſſemens ou pour des fondemens découverts, le coup d'œil ne ſeroit point ſatisfait de voir un parement brut, & d'une aſſez vilaine figure; mais il eſt aiſé d'empêcher cela en faiſant avant la conſtruction deux eſpeces de mortier, l'un mêlé de pierrailles comme celui dont nous venons de parler, & l'autre de gros graviers; ſi l'on étoit dans un Pays où il y eût deux

ſortes de Chaux, il faudroit employer la meilleure pour la compoſition de ce dernier, & la moindre pour celle de l'autre & les employer comme il ſuit.

Quand on travaillera ſur le roc, on commencera à jetter au fond du coffre un lit de mortier fin, parce qu'il s'y attachera mieux que l'autre; enſuite des manœuvres qui doivent remplir le coffre, on en choiſira un nombre pour porter du mortier fin, lui recommandant de le jetter contre le bord intérieur du coffre, j'entends contre le bord qui ſoûtient le parement, & le reſte ſera rempli de mortier de pierrée: ſi cela eſt bien conduit, le mortier fin ſe liant avec l'autre, formera contre la cloiſon un parement uni, qui venant à ſe durcir, fera le même effet que la pierre, on pourra même ſi l'on veut au bout de quelque tems pour une plus grande imitation y figurer des joints.

Fondement ſur un terrain ordinaire & de bonne conſiſtance

Les Fondemens qui ſe font encore à ſec ſur un terrain de bonne conſiſtance, & qui ne préſentent aucun obſtacle conſidérable à ſurmonter, ſe conſtruiſent ſans beaucoup de miſtere. On prépare le terrain comme on l'a veu dans le Chapitre précédent, & après avoir creuſé la tranchée de la largeur & de la profondeur déterminées par les profils, on luì donne un talud allant du devant au derriere proportionné à l'épaiſſeur que doivent avoir les fondemens, afin que le revêtement ſoutienne mieux la pouſſée des terres. Par exemple ſur 12 pieds d'épaiſſeur, on donnera 6 pouces de talud, ainſi des autres dont le talud ſera toujours à peu près la 24e partie de l'épaiſſeur; on établit la premiere aſſiſe de gros libages plats poſés en bain de bon mortier (quoique bien des gens aiment mieux les poſer à ſec, leur entre-deux garni de mortier) ſur cette premiere aſſiſe on en éleve une autre dont les allignemens ſont compoſés de boutiſſe & de pannereſſes en liaiſon alternative, les boutiſſes ayant au moins 18 pouces de queuës & d'une groſſeur raiſonnable principalement ſur le devant; car pour le derriere on ſe contente d'y poſer les plus gros quartiers de pierre, le milieu ſe remplit de moïlons à bain de mortier; quand il eſt brut les intervalles ſe garniſſent par le petit moïlon enfoncé dans les joints le plus avant qu'on peut, & bien arraſé, on continue de même pour les autres aſſiſes, obſervant tant qu'il ſe peut de conduire l'ouvrage du niveau ſur toute ſa longueur: on fait obſerver aux Maçons des retraites du côté du Foſſé, de maniere que le prolongement du talud de la muraille qu'on veut élever ne porte point à faux, & afin qu'ils puiſſent mieux ſe conformer au profil qui en aura été fait, il eſt à propos de leur en donner un deſſein en grand, exactement cotté, pour qu'ils ſachent la hauteur & la largeur

des retraites; cette partie de l'ouvrage étant de conſéquence.

Quoique le bon fond ſe trouve ordinairement plutôt ſur les terrains élevés, que dans les autres bas & aquatiques, il s'en rencontre pourtant d'excellens dans ces derniers, comme ſont ceux de gravier, de marne, de glaiſe, d'autres d'une certaine terre bleuâtre qui eſt le plus ſouvent de bonne conſiſtance, j'y comprendrai même le Sable boüillant qui eſt fort bon quand on ſait s'y conduire avec adreſſe; on établit des fondemens ſur tous ces terrains avec aſſez de confiance, c'eſt pourquoi je ne m'y arrêterai pas.

L'on eſt quelquefois contraint de creuſer ſi avant pour trouver le bon fond, qu'on ne peut élever les fondemens juſqu'au rez-de-Chauſſée ſans des dépenſes extraordinaires, en ce cas Philbert de Lorme, Scamozzy & pluſieurs autres Architectes après eux, propoſent de faire des piliers de diſtance en diſtance pour y élever des décharges, afin qu'à peu de frais l'on puiſſe gagner le rez-de-Chauſſée.

Fondement par arcades ou décharges.

Comme le terrain ſur lequel on voudroit fonder les piles, peut ſe trouver d'inégale réſiſtance, il ſeroit à craindre que par la ſuite le terrain de deſſous, quelques piles venant à s'affaiſer ne cauſât une grande rupture aux arcades, par conſéquent aux murs qui ſeroient élevés deſſus: pour prévenir cet inconvénient on a crû que le meilleur moyen étoit de faire entre les piles, des arcades renverſées, afin que ſi une des piles étoit moins aſſurée que les autres, elle ſe trouvât arcboutée par des arcades voiſines, qui ne pouvant céder à cauſe qu'elles ſont ſoûtenues par les terres qui ſont au-deſſous, il n'eſt pas poſſible que la pile puiſſe changer de ſituation, quand bien même elle porteroit à faux.

Maniere de détourner les ſources.

Il arrive ſouvent qu'en voulant établir des Fondemens on rencontre des ſources qui incommodent beaucoup le travail, il y a des gens qui prétendent les éteindre en jettant deſſus quantité de cendre mêlé de Chaux vive, d'autres veulent remplir de vif-argent les trous par où elles ſortent, afin que par ſon poids il les contraigne à prendre leur cours d'un autre côté. Je crois que tous ces expediens ne ſont bons que dans la ſpéculation, & qu'ils ne réüſſiſſent gueres quand on veut les mettre en œuvre; le meilleur parti eſt de travailler promptement, & pour ne point être inondé à un certain point, il faut diriger les eaux par petites rigoles que l'on amenera à un puits fait au-delà de la tranchée, d'où on les tirera par des machines à meſure qu'elles viendront, on leur laiſſera le cours libre depuis leur origine juſqu'à ce puits, bordant les petites rigoles de chaque côté avec des Briques pour former de petits canaux que

Digitized by Google

l'on couvrira de pierres plates, ainſi tout le fond de la tranchée ſera mis à ſec, cependant pour prévenir que les ſources ne deviennent par la ſuite nuiſibles aux fondemens, il faut pratiquer dans la Maçonnerie des petits acqueducs, afin de leur laiſſer un cours libre du côté qui conviendra le mieux.

Fondemens avec des grillages.

Il ſe trouve quelquefois qu'un terrain ſur lequel on veut fonder ne ſe trouve pas bon, & que voulant aprofondir pour en chercher un meilleur, on le rencontre encore plus mauvais; en ce cas, il vaut mieux ne s'enfoncer que le moins qu'on pourra, & établir ſur toute la longueur des fondemens, un bon grillage aſſemblé avec des longrines & traverſines de 9 ou 10 pouces de groſſeur, les vuides ou celulles qu'elle forme ſe rempliſſent d'une bonne Maçonnerie de Brique ou de moîlon; il y en a qui couvrent le tout d'un plancher de gros madriers bien arrêtez ſur le grillage avec des chevilles de fer enfoncées à tête perduë, comme ce plancher paroît d'une dépenſe aſſez inutile, il ſuffit d'élever la Maçonnerie immédiatement ſur le grillage, obſervant de faire le parement de bonne pierre de taille juſqu'au rez-de-Chauſſée, & même plus haut ſi l'ouvrage en merite la peine. Comme ces ſortes de fondations ne ſauroient avoir de trop grands empattemens, il eſt bon de faire le grillage d'un pied & demi ou deux plus large que n'euſſent été les fondemens, ſi on les avoit établi dans un bon terrain, & afin de prévenir tout accident, il convient d'attacher ſur le bord du grillage du côté du foſſé, un heurtoir de 8 ou 10 pouces au moins qui regnant ſur toute la longueur des fondemens, empêchera que le pied du revêtement ne puiſſe gliſſer, ſur tout s'il étoit aſſis ſur un plancher, ce qui n'eſt pas ſans exemple, à Bergue S. Vinoc, où le tertain eſt fort mauvais, il eſt arrivé que le revêtement de la face d'une demi-lune s'eſt détaché & a été gliſſer tout d'une piece juſques dans le milieu du Foſſé, cela s'eſt fait avec des circonſtances ſi ſingulieres, à ce que j'ai appris par les Ingenieurs qui étoient alors dans cette place, que cet accident ſemble tenir quelque choſe du merveilleux.

Fondation ſur pilotis.

Cette façon de fonder n'eſt pas toujours bonne dans toute ſorte de terrain, auſſi ne l'employe-t'on guéres que dans de petites parties de fondation qui n'étant point ſi bonnes que celles qui leur ſont contigues, ne laiſſent pas la liberté d'approfondir davantage ſans de grands inconvéniens, cependant on peut la rendre excellente dans un terrain aquatique, ſi après avoir poſé le grillage, on enfonce dans les celulles, des pilots de *remplage* ou de *compreſſion* ſur toute l'étendue des fondemens, ces pilots doivent être plantés au nombre d'un ou deux ſeulement dans chaque celulle diagonalement

opoſez, & pour mieux aſſurer les fondemens, on pourra ſi on le juge néceſſaire, battre tout autour du bord qui répond au Foſſé, des pilots de bordage ou de gardes poſez près à près, & le long de ces pilots un fil de palplanches pour empêcher le courant des eaux, s'il s'en trouve, de dégravoyer la Maçonnerie ; les vuides du grillage autour de la tête des pilots, doivent être remplis de gros quartiers de pierre, & après les avoir bien arraſſez, on aſſeoira la Maçonnerie élevée par aſſiſe reglée, afin qu'elle porte également par tout.

Autre maniere de fonder ſur pilotis. FIG. 1. & 2.

Quoique cette maniere de fonder ſoit bonne, je crois pourtant qu'on ne feroit pas mal d'y changer quelque choſe pour la rendre encore plus ſolide. C'eſt de commencer par enfoncer des rangées de pilots tout le long des fondemens, par exemple pour un revêtement de rempart, après avoir tracé l'épaiſſeur que doivent avoir les fondemens & les contreforts, on enfoncera au refus du mouton quatre rangées de pilots, une ſur l'allignement extérieur, l'autre ſur l'intérieur, & deux dans le milieu ; en ſorte que les pilots ſoient ſéparés les uns des autres d'environ deux pieds. On en plantera deux ſous les angles des contre-forts, & deux autres entre la queuë & la racine, comme on le remarque dans le premier profil, où les têtes de ces pilots ſont ponctuées, après les avoir récépés à niveau on appliquera deſſus des racinaux ou longrines, & ſur ces longrines un rang de traverſines pour former un grillage, dont chaque croiſée ſera bien clouée & arrêtée ſur la tête du pilot qui lui répond, & ſelon cette maniere le grillage ſera incomparablement plus ferme que dans la pratique précédente : après cela on enfoncera des pilots de remplage, & l'on pourra élever la Maçonnerie en toute ſeureté.

Attention ſur la maniere de piloter.

Quand on enfoncera des pilots, il faut avoir égard d'employer toujours les plus longs & les plus forts ſur les bords des fondemens, puiſque ſi l'ouvrage a quelque danger à craindre par la ſuite, ce ſera plûtôt de ce côté-là qu'il manquera, que dans le milieu : pour travailler avec précaution, il y a bien de petites attentions à faire ſur la maniere de piloter, & pour ne rien obmettre ; voici comme on pourra s'appercevoir de quelle longueur & de quelle groſſeur on doit employer les pilots ſelon le terrain où l'on aura à travailler.

Il faut enfoncer un pilot juſqu'au refus du mouton ; en ſorte qu'on puiſſe connoître à quelle profondeur le fond fait une aſſez grande réſiſtance, pour s'oppoſer fortement à la pointe ; ainſi ſachant de combien il ſera enfoncé, on verra à peu près la longueur qu'il faudra donner ; je dis à peu près devant les faire un peu plus longs que celui qui aura ſervi de ſonde, puiſqu'il ſe peut rencontrer des endroits,

droits, où le terrain réſiſtant moins, ils pourront aller plus avant.

La longueur des pilots étant déterminée, il faut pour y proportionner leur groſſeur, qu'ils ayent de diametre environ la 12e partie de leur longueur, c'eſt-à-dire, que ceux qui auront 12 pieds, doivent avoir environ 12 pouces de diametre. Mais cette regle ne doit avoir lieu que pour les petits pilots depuis 6 pieds de longueur juſqu'à 12; car quand ils en ont 18 ou 20, il ſuffit de leur donner 12 ou 14 pouces de diametre, autrement il faudroit employer des arbres trop recherchez ; ce qui augmenteroit conſidérablement la dépenſe.

On ſait que pour enfoncer les pilots, on les fait en pointe de diamant ; il faudra prendre garde de ne point faire cette pointe trop longue ni trop courte : car ſi elle eſt trop courte elle ne s'enfoncera pas aiſément, & ſi elle eſt trop longue elle ſe trouvera affoiblie, de maniere que pour peu qu'elle rencontre des parties qui lui réſiſtent, elle s'émouſſera ; le mieux eſt de lui donner pour longueur une fois & demi ou deux fois au plus le diametre du pilot. Quand le terrain dans lequel on les enfonce ne réſiſte pas beaucoup, on ſe contente de brûler cette pointe pour la durcir, on en fait de même à la tête pour empêcher que les coups de mouton ne l'éclatent ; mais ſi l'on s'aperçoit qu'il ſe rencontre dans le terrain des pierres ou quelqu'autre choſe qui réſiſte fortement & en émouſſe la pointe, on l'arme d'un *ſabot* de fer qu'on nomme auſſi *lardoir* qui eſt retenu par trois ou quatre branches clouées au pilot, l'on couronne auſſi la tête du pilot d'une ceinture de fer que l'on nomme *frette*, pour la tenir ſerrée contre les coups de mouton, & pour lors l'on dit que les pilots ſont *frettez* : l'on proportionne comme j'en ai déja fait mention la diſtance des pilots à la quantité qu'on croit avoir beſoin ſelon la qualité du terrain ; mais au plus près qu'on puiſſe les mettre, il faut au moins qu'ils ſoient ſéparez l'un de l'autre de l'intervalle d'un de leur diametre, afin qu'ils ayent aſſez de terre pour les entretenir.

Quand on veut garnir les devans des Fondemens par des pilots de bordage, on y fait quelquefois des rainures qui ſe répondent diamétralement, dans leſquelles on introduit des palplanches, on choiſit les pilots les plus droits que l'on équarrit pour être employez plus facilement, la largeur des rainures ſe proportionne à l'épaiſſeur des palplanches ; mais on leur donne environ un pouce de plus pour qu'elles puiſſent s'y introduire ſans difficulté ; ainſi quand les palplanches ont deux pouces d'épaiſſeur, les rainures doivent en avoir trois de largeur ſur deux de profondeur. On obſervera auſſi que l'épaiſſeur des palplanches doit être reglée ſur leur longueur, par exem-

ple ſi elles ont 6 pieds, elles doivent avoir au moins 3 pouces, ſi elles en ont 12 qui eſt ordinairement la plus grande longueur de ces ſortes de bois, leur épaiſſeur ſera de quatre pouces.

Pour aſſembler les Pilots avec les palplanches, on commence par enfoncer deux pilots à plomb à une diſtance proportionnée à la largeur des palplanches qui eſt le plus ſouvent de 12 à 15 pouces, enſuite l'on enfonce une palplanche avec le mouton pour la faire entrer à force entre les deux rainures, de façon qu'elle écarte tant ſoit peu le pilot; après cela on plante un autre pilot & une palplanche, l'on continue de la même maniere à battre alternativement un pilot & une palplanche. Si le terrain réſiſte à la pointe des palplanches, on les arme d'un ſabot de fer, & on les frette ainſi que les pilots.

Quoique de tout tems on ſe ſoit ſervi de pilots pour affermir un mauvais terrain, il ſe rencontre néanmoins bien des occaſions où il ſeroit dangereux de les employer; par exemple s'il étoit queſtion d'un endroit aquatique où il y eut un grand nombre de ſources, il ne faut pas croire que les pilots ſoient fort utiles pour y établir des fondemens; mais au contraire puiſqu'on a remarqué qu'en les enfonçant on éventoit les ſources, qui fourniſſoient de l'eau avec tant d'abondance, que le terrain devenoit incomparablement plus mauvais qu'il n'étoit auparavant: & ce qu'on trouvera aſſez extraordinaire, c'eſt qu'ayant enfoncé des pilots à refus de mouton avec autant de difficulté que ſi ç'avoit été dans un bon fonds, on étoit étonné de voir que ces mêmes pilots étoient ſortis de terre le lendemain ou quelques heures après, parce que l'eau des ſources les avoient repouſſés en faiſant effort pour ſortir, de ſorte qu'il falut renoncer à s'en ſervir davantage, & avoir recours à quelqu'autres moyens beaucoup plus difficiles à exécuter, que ceux dont on auroit pû ſe ſervir d'abord, ſi au lieu de faire naître des difficultés, on avoit cherché à les prevenir, ce qui fait voir la néceſſité de raiſonner murement ſur la nature du travail que l'on a à faire, avant de mettre la main à l'œuvre.

L'inconvenient que nous venons de remarquer arrive le plus ſouvent dans les lieux où l'on rencontre du Sable boüillant qui eſt un eſpece de terrain, qu'il importe fort de bien connoître: car comme l'eau qui boüillone en ſortant de terre quand on paſſe deſſus ne vient que de l'abondance des ſources qui s'y trouvent, il faut bien prendre garde de ne pas l'éventer en voulant s'y aprofondir; puiſque plus on voudra s'obſtiner à y creuſer des fondemens, moins l'on ſera en état de les exécuter, le meilleur parti eſt

de ne s'y enfoncer que le moins qu'on pourra, & enſuite fonder hardiment & ſans autre ſujettion que celle que nous allons décrire.

Ayant tracé les allignemens & fait les amas de matétiaux neceſſaires, on ne découvrira le terrain qu'à meſure qu'on fera la Maçonnerie ; c'eſt-à-dire que ſi on peut faire par jour 6 toiſes courantes de fondemens, on n'en découvrira pas davantage ; enſuite l'on aſſeoira avec le plus de diligence qu'il ſera poſſible une premiere aſſiſe de gros libages plats, & ſur celle-ci une autre bien arrangée à joints recouverts en bain de bon mortier compoſé de terraſſe ou bien de cendrée de Tournay, ſur cette ſeconde une troiſiéme, ainſi de ſuite avec toute la promptitude poſſible, pour ne pas donner le tems aux ſources d'inonder le travail comme cela eſt aſſez ordinaire. Il arrive quelquefois que l'on voit flotter les premieres aſſiſes, & que la Maçonnerie ſemble ne pouvoir prendre conſiſtance ; mais il ne faut pas s'en allarmer, aller ſon train & continuer toujours s'il eſt poſſible ſans interruption, & quelque tems après la Maçonnerie s'affermira comme ſi elle étoit établie ſur le roc, c'eſt pourquoi l'on peut élever le reſte ſans aprehender que l'ouvrage manque par le pied, ni que les fondemens s'enfoncent guéres plus, après avoir reçûs toute leur charge, qu'ils l'étoient au commencement ; il faut ſeulement prendre garde ſur toute choſe de ne pas creuſer autour crainte d'y attirer l'eau de quelque ſource qui pourroit dégravoyer la Maçonnerie, & cauſer de grands dommages, enfin je dirai pour juſtifier cette maniere de fonder, qu'on ne s'y prend pas autrement à Douay, Lille & Bethune, quand il eſt queſtion de revêtir quelque ouvrage de Fortification dans un terrain comme celui-ci qui y eſt aſſez ordinaire.

Fondation ſur le ſable bouillant.

A Arras & à Bethune, il y a encore un terrain tourbeux qu'il eſt néceſſaire de connoître pour pouvoir y fonder hardiment : ayant cela de particulier, que dès qu'on veut creuſer un peu avant, il en ſort une quantité d'eau prodigieuſe. Après avoir tenté toutes ſortes de voyes, on a trouvé que le plus court & le plus ſûr parti étoit d'y fonder hardiment avec de bons materiaux ne s'enfonçant que le moins qu'il eſt poſſible ſans employer ni grillage, ni pilots, & l'ouvrage ſe maintient ferme & ſolide ſans courir aucun riſque.

Quand on rencontre de ſemblables terrains que l'on ne connoît point parfaitement, il eſt bon de ne le ſonder qu'à une certaine diſtance de l'endroit où on le veut travailler, parce que ſi l'on venoit à creuſer trop avant & qu'il en ſortit une grande quantité d'eau, on n'en ſera pas incommodé. C'eſt ici où je crois qu'on pourroit ſe ſervir mieux que par tout ailleurs de la Maçonnerie de pierrées dont

j'ai parlé ci-devant ; car comme elle eſt d'une prompte exécution, & que toutes les parties ſe lient bien, on pourra en y mêlant de la terraſſe de Hollande & de la Cendrée de Tournay, faire un maſſif excellent, auquel donnant ſeulement deux pieds ou deux pieds & demi d'épaiſſeur, on formera une eſpece de banc ſur lequel on pourra élever la Maçonnerie plus ſûrement que ſi l'on faiſoit un grillage, & même que ſi l'on avoit rencontré un Sable ou un gravier bien ferme ; mais quand on prend ce parti il faut donner beaucoup d'empattement à la Fondation, afin qu'embraſſant une plus grande étenduë elle ſoit établie plus ſolidement.

Il y a encore une autre maniere de ſonder par coffres, qui eſt bien différente de celle dont j'ai parlé juſqu'ici ; on s'en ſert dans les lieux où les terres n'ont point de cervelles & où l'on a à ſe garantir des ſources & des éboulemens ; on commence par creuſer à une profondeur convenable, une eſpace de quatre à cinq pieds de longueur & dont la largeur eſt reglée ſur l'épaiſſeur que doivent avoir les Fondemens : on ſe ſert de madriers d'environ deux pouces d'épaiſſeur que l'on aplique le long des bords de la tranchée pour en ſoûtenir les terres, les maintenant avec des étréſillons qui traverſent la fondation d'eſpace en eſpace, & dont les bouts ſont apuyés & chaſſés à force contre les madriers opoſés ; après avoir coffré ainſi juſqu'à la profondeur où l'on peut atteindre ſans être inondé, on remplit ce coffre d'une bonne Maçonnerie, quand les madriers ſe trouvent apuyés par la Maçonnerie, on ôte les étreſillons à meſure. Quand ce coffre eſt bien rempli, on en creuſe à côté un autre ſemblable, dont la longueur auſſi-bien que celle du premier dépend de la facilité que l'on a d'embraſſer un eſpace plus ou moins grand ſans être incommodé des ſources : cependant malgré les précautions que l'on peut prendre, il arrive ſouvent que l'eau pouſſe tout d'un coup ſans qu'on puiſſe l'empêcher ; mais il eſt facile de la ſurmonter, car comme le terrain n'eſt guére découvert, un peu de célérité vous met bientôt hors d'embarras, au lieu que ſi l'on s'y prenoit autrement, on ſe trouveroit inondé de toute part d'un nombre de ſources qui ſe déclareroient en même-tems, qu'on ne pourroit éteindre ſans des difficultés preſque inſurmontables.

Ayant fait trois ou quatre coffres de ſuite, & la Maçonnerie des premiers étant bien affermie, on fait enſorte d'en retirer les madriers pour s'en ſervir ailleurs, & ſi on ne peut avoir ceux qui ſont au fonds, ſans courir riſque de donner une iſſuë à une ſource qu'on auroit ſurmontée, on prend le parti de les abandonner.

Quand on veut élever quelque édifice dans l'eau, où l'on ne peut faire d'épuiſement, (comme dans la mer) on a recours à une maniere de fonder, qui paroîtra d'abord être peu ſolide, mais qui eſt pourtant de durée quand on y apporte toutes les précautions néceſſaires ; ces ſortes de fondemens s'apellent *à Pierre perduë*, ou *Enrochement* ; voici comme on les pratique.

fondement de pierre perduë.

On commence par remplir de pierres une grande quantité de bateaux, que l'on conduit près de l'endroit où on veut les employer ; on profite du tems que la Marée eſt baſſe pour établir les alignemens, & égaliſer autant qu'il eſt poſſible le fond ſur lequel on veut travailler, qui doit être non-ſeulement de toute la capacité que doit occuper l'édifice qu'on a en vue, mais beaucoup au-delà, afin d'avoir une Berme conſidérable, qui regnant au tour de la muraille, en aſſure davantage le pied : tous les matériaux étant prêts d'être employés, & ayant choiſi le tems le plus convenable, on jette un lit de pierre de Moilonage telle qu'elle ſort de la carriere, ou des cailloux ; ſur ce lit-ci on y en fait un autre de Chaux, mêlée de Pozzolane ou de Terraſſe ; après cela on jette encore un autre lit de Moilon ou de cailloux, qu'on couvre derechef de Chaux & de Pozzolane, on continue alternativement un lit de pierre, & un autre de Chaux & de Pozzolane, & il ſe fait ſur le champ un maſtic qui rend cette Maçonnerie dure & ſolide, comme celle qui ſeroit faite avec plus de précaution, par la proprieté admirable de la Pozzolane & de la Terraſſe ; car quoiqu'on ne puiſſe pas travailler de ſuite, à cauſe des tourmentes de la mer, ou de la trop grande hauteur des eaux, on peut continuer par repriſe ſans que cela porte aucun préjudice à la bonté de l'ouvrage. En jettant les pierres on a ſoin de répandre les plus groſſes vers le bord, où l'on obſerve de faire un talud qui ſoit au moins de deux fois ſa hauteur. Après que l'enrochement ſera élevé auſſi haut qu'on l'aura jugé néceſſaire, pour atteindre ſon rez-de-Chauſſée, & pour n'être point ſubmergé, il eſt bon de le mettre à l'épreuve pendant pluſieurs années, des tourmentes de la mer, & pendant ce tems-là, il faut le ſurcharger de tous les matériaux néceſſaires pour l'établiſſement de l'édifice qu'on veut élever, & même au-delà s'il ſe peut, pour lui donner tout le poids qu'il pourra jamais porter, afin qu'il s'affaiſſe dans tous les endroits où le ſable peut être moins aſſuré. Quand au bout d'un certain tems, l'on voit qu'il ne lui eſt arrivé aucun accident conſidérable, on établit deſſus de bons grillages couverts d'un plancher de gros madriers, ſur lequel on aſſeoit l'édifice. FIG. 6. & 7.

Quand on peut battre des pilots tout autour de l'eſpace que doit

occuper l'enrochement, on pourra y faire un bon empattement, qui garantira le pied des degravoyemens qui pourroient arriver dans la ſuite, & par ce moyen l'ouvrage en ſera bien plus aſſuré, & n'aura en quelque façon rien à craindre ; l'on a auſſi ſoin de faire au pied de la muraille une risberme compoſée de faſcinage & de grillage, comme on le pratique aux jettées, pour empêcher que dans un gros tems, il ne ſurvienne des vagues qui pourroient ſaper le mur : malgré toutes les précautions qu'on peut prendre, il eſt toûjours bien dangereux de bâtir dans la mer ; cependant nous avons en France pluſieurs édifices de la nature de ceux dont je viens de parler, qui ſubſiſtent depuis long-tems, ſans qu'il leur ſoit arrivé aucun accident.

Je viens de ſupoſer un enrochement fait dans la mer, pour montrer comme on peut ſurmonter les plus grands obſtacles qui ſe rencontrent en fondant ; mais il y a une infinité d'autres endroits où on peut s'en ſervir utilement & avec bien plus de ſuccès, comme dans les rivieres, les lacs, les étangs, & tous les lieux où on ne peut parvenir à établir de fondement à ſec. Vitruve dans le 12 Chapitre de ſon 5. livre, parlant des jettées qui ſe font aux ports de mer, détaille aſſez bien la Maçonnerie à pierre perdue, ce qui joint à d'autres recherches que j'ai faites ſur ce ſujet, j'en aurois pû parler plus à fond que je ne viens de faire ; mais comme ces ſortes d'ouvrages apartiennent à l'Architecture Hidraulique, on trouvera dans le ſecond volume dequoi ſe dédommager de ce qui manque ici, je n'en aurois même fait aucune mention preſentement, ſi je n'avois crû qu'il étoit à propos de donner dans ce Chapitre, une idée générale de toutes les différentes manieres de fonder.

Il y a encore un autre moyen de fonder dans les endroits que nous venons de ſupoſer, qui eſt de ſe ſervir de Caiſſons dans leſquels on maçonne à Chaux & à Sable, ces Caiſſons ne ſont autre choſe qu'un aſſemblage de charpente bien calfaté : on commence par les conduire & les arranger tous d'allignement à l'endroit où l'on veut fonder, on les arrête par des cables qui paſſent dans des anneaux de fer qui ſont attachez aux Caiſſons : après les avoir bien diſpoſés, on y met des Maçons qui les rempliſſent de bonne Maçonnerie, à meſure que l'ouvrage avance, le poids des pierres fait enfoncer les Caiſſons dans l'eau juſqu'à ce qu'ils ayent atteint le fond, c'eſt pourquoi l'on proportionne la hauteur des Caiſſons à la profondeur de l'eau qu'il y a dans le lieu où l'on travaille, & l'on obſerve même de les faire deux ou trois pieds plus hauts, afin que les ouvriers n'en ſoient point incommodés ; mais quand la pro-

fondeur de l'eau eſt conſidérable, & qu'on ne peut pas atteindre le fond ſans donner aux Caiſſons, une hauteur extraordinaire, on prend le parti d'en augmenter la hauteur avec des hauſſes, à meſure qu'il approche du fond.

Quelquefois l'on établit les Caiſſons ſur un enrochement quand le lit ſur lequel on veut fonder n'eſt pas uni, ſoit à cauſe des trous, ou des petits bancs de ſable, ou bien quand les eaux ſont par trop hautes. FIG. 4 & 5.

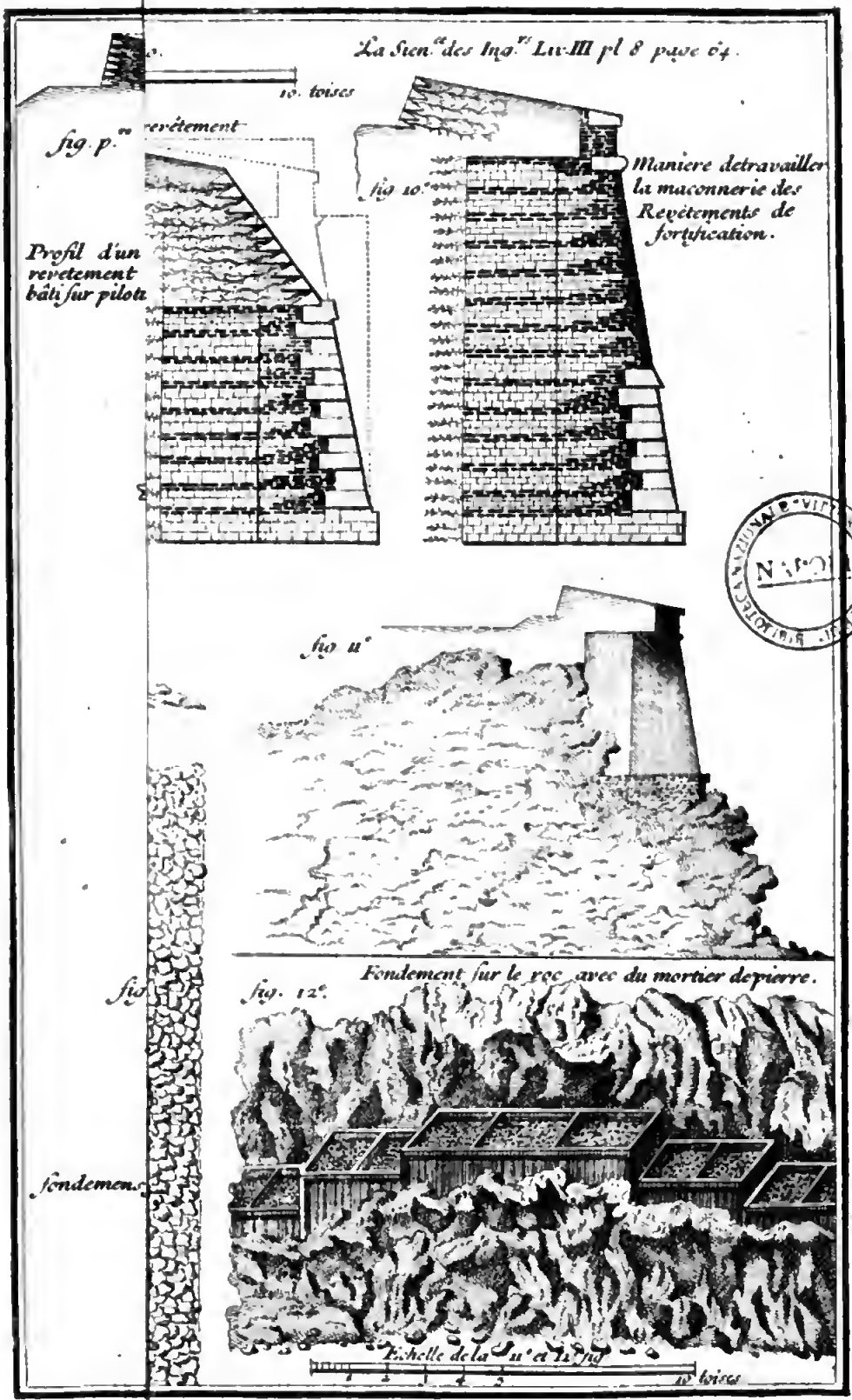
Si l'on vouloit raporter toutes les differentes manieres de fonder ſelon les occaſions qui ſe peuvent préſenter, je ne finirois jamais, c'eſt pourquoi je me tiendrai à l'idée que je viens d'en donner, me réſervant pourtant d'entrer encore dans quelque détail ſur ce ſujet quand la choſe en meritera la peine, comme par exemple, pour les fondemens des Ponts de Maçonnerie, des Ecluſes & autres ouvrages qui demandent beaucoup d'attention, pour les établir ſolidement, ce que j'ai traité à fond dans le ſecond volume; cependant le peu que je viens d'inſinuer, pourra donner aſſez de connoiſſance à ceux qui ont deſſein de s'appliquer à l'Architecture, pour que d'eux mêmes ayant un peu de pratique & d'intelligence, ils puiſſent faire le choix qui conviendra le mieux, entre les différens moyens que je propoſe.

Je n'ai point parlé juſqu'ici de la profondeur qu'il falloit donner aux fondemens, parce qu'il eſt aſſez difficile de la déterminer, dependant en quelque ſorte de la nature du terrain où l'on travaille; mais je ferai au moins remarquer, que la plûpart des Architectes font des dépenſes fort inutiles, leur donnant une grande profondeur qui ne contribue en rien à la ſolidité de l'édifice, car de deux choſes l'une, le terrain ſera bon, ou il ſera mauvais; s'il eſt bon, on peut bâtir en toute aſſurance; s'il ne l'eſt pas, on en ſera quitte en faiſant un bon plancher de madriers ou de grillage, ſans creuſer plus avant pour chercher un autre fond, qu'on ne trouveroit peut-être pas meilleur, & ſi le terrain eſt mouvant ou marécageux, il y a encore moins de raiſon d'aprofondir, puis qu'on ſera toujours contraint de piloter; or dans tous ces cas, la profondeur des fondemens ne ſera rien pour la ſolidité des murs qu'on veut élever, le tout eſt de les établir ſur une baſe ferme & bien aſſurée, ſi on ne la rencontre point telle qu'on peut la ſouhaiter, il faut avoir recours aux expediens que nous venons de dire; on n'en a pas uſé autrement pour tous les grands édifices qui ſubſiſtent depuis tant de ſiécles; les fondemens de l'Egliſe de Notre-Dame de Paris qui eſt un Vaiſſeau des plus conſidérables, quoique bâti dans un fort mau-

vais terrain, n'ont preſque pas de profondeur, tous ceux des Ponts de la même Ville, n'en ont que fort peu non plus, & ne ſe ſoutiennent pas moins, tandis qu'on voit donner à de ſimples maiſons, des fondemens de ſept à huit pieds de profondeur, ſans faire attention que leur quatre faces formant un paralellepipede, doivent ſe ſoutenir par leur propre poids; que ſi on en voit quelquefois manquer par le pied, il ne faut pas penſer que cela vienne de ce que leurs fondemens n'ont pas eu aſſez de profondeur; mais parce qu'on ne les a bâtis que peu à peu, c'eſt-à-dire qu'il y aura eû des repriſes d'ouvrages, où la vieille Maçonnerie ne ſe ſera pas liée avec la nouvelle, de-là il arrive que ſi un mur eſt affermi parce qu'il aura été bâti le premier, l'autre ne l'eſt pas pour avoir été fait plus tard, & tous ces murs venant à être chargés enſemble, le fardeau étant inégalement porté, la partie la plus foible fléchit, tandis que l'autre réſiſte. Ajoutons à cela qu'un côté peut avoir été travaillé avec de bons materiaux, & l'autre fait avec moins de précautions, ainſi ce qu'on attribue au défaut des fondemens, provient preſque toujours de la mauvaiſe façon.

Mais ſi dans un bâtiment on commence par creuſer les tranchées de tous les murs, & qu'après les avoir miſes de niveau, on y établit une bonne Maçonnerie, toujours conduite à même hauteur, & dont toutes les parties différentes ſoient bien liées, & qu'enſuite on éleve deſſus dans le même tems, les pignons & les refends, on peut s'aſſurer que quand les fondemens n'auroient que deux ou trois pieds au plus de profondeur, l'ouvrage ne court aucun danger, au lieu que s'il n'eſt conduit que par parties, & qu'on tombe dans les défauts que je viens de remarquer, quand ces fondemens auroient 15 à 20 pieds, le bâtiment ne ſeroit pas moins ſujet à tous les inconveniens que la mauvaiſe façon peut cauſer.

S'il étoit queſtion de quelque gros mur d'enceinte ou de quay, il faudra non ſeulement avoir toutes les attentions dont on vient de parler, mais être plus attentifs à leur faire des empattemens larges & bien aſſis, qu'à les faire profonds, & cette largeur qui excedera celle du mur, doit particulierement regner du côté oppoſé où le mur aura quelque effort conſidérable à ſoûtenir, ſoit de la part de la pouſſée des terres, ou de celle d'une voute, on en doit ſentir la néceſſité, parce qui a été dit dans le premier livre : on eſt pourtant quelquefois obligé de donner de la profondeur aux fondemens quoique le terrain ſoit bon, ce qui ſe fait lors qu'on travaille ſur le bord d'une riviere, afin de ſe mettre au-deſſous de ſon lit, crainte que les eaux ne viennent par la ſuite à dégravoyer le terrain,



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
N. 1.2.0

8.

Digitized by Google

terrain, & à miner les fondemens, ce qui eſt fort à craindre quand on eſt dans le voiſinage d'une Ecluſe, où il y a une grande chute d'eau.

Puiſque nous en ſommes ſur l'épaiſſeur des fondemens, il eſt à propos d'en dire quelque choſe, paroiſſant y avoir encore ici des difficultez qui ont beſoin d'être examinées.

Les fondemens d'un mur étant la baſe ſur laquelle il eſt établi, il ſemble que la largeur de cette baſe doit être proportionnée, non ſeulement à l'épaiſſeur du mur, mais plus encore à ſa hauteur, & qu'on doit ſuivre une certaine regle pour déterminer la largeur des retraites du rez-de-Chauſſée ; mais c'eſt ce que les Architectes n'ont point fait que je ſache : il eſt bien vrai qu'ils ont parlé de l'épaiſſeur qu'il falloit donner aux fondemens, par raport à celle du mur qu'ils devoient porter, mais ils n'ont pas eu égard à la hauteur de ces murs ; par exemple, Scamozzy veut que l'on donne pour retraite de chaque côté, la huitiéme partie de l'épaiſſeur du mur, c'eſt-à-dire, que s'il a quatre pieds d'épaiſſeur, il faudra en donner cinq aux fondemens ; Philibert de Lorme fait ſes fondemens plus épais donnant pour retraite de chaque côté, un quart de l'épaiſſeur du mur, ainſi à un mur de quatre pieds d'épaiſſeur, il en donne ſix aux fondemens ; Palladio les fait encore plus épais, voulant qu'ils ayent le double de l'épaiſſeur du mur, & ce qu'il y a de ſurprenant, comme je le viens de dire, c'eſt que ni les uns ni les autres ne font aucune mention de la hauteur des murs ; cependant il n'y a pas de raiſon de donner autant d'épaiſſeur aux fondemens d'un mur de clôture d'une hauteur médiocre qui ne porte rien, qu'à ceux des pieds droits d'une voute fort élevée & maſſive, ou d'un autre mur qui doit porter pluſieurs grands planchers, chargés de fardeaux conſiderables, comme aux Arſenaux & aux magaſins pour les vivres ; car il n'y a point d'édifice dont les murs n'ayent quelque pouſſée à ſoutenir, & c'eſt ce qui fait qu'ils ſurplombent plutôt en dehors qu'en dedans : d'ailleurs quand un mur eſt fort élevé, & qu'il n'a qu'une épaiſſeur médiocre, ſi l'empattement n'eſt pas proportionné à l'élevation, pour peu que le mur vienne à s'incliner, la longueur du bras de levier a un ſi grand avantage ſur la réſiſtance que les fondemens peuvent rencontrer de la part du terrain, qu'il faut que ce terrain ſoit d'une ſolidité extrême, pour ne pas fléchir : car il eſt bon de faire attention ici, qu'un mur & ſes fondemens, doivent être conſidérés comme ne faiſant qu'un ſeul corps, quoique j'aye ſupoſé le contraire dans le premier & le ſecond livre, par conſéquent ſi le point d'apui au lieu de répondre au rez-de-

Chauſſée ſe trouve ſur le bord de la premiere aſſiſe des fondemens ; il faut néceſſairement pour qu'un mur fort élevé ſoit auſſi bien aſſis, qu'un autre plus bas, qu'il y ait une proportion entre l'épaiſſeur de leur fondement ; cette proportion eſt ſurtout eſſentielle, quand le mur qui a le plus d'élévation n'a qu'une médiocre épaiſſeur, comme ſont par exemple la plûpart des pignons. Or pour ſavoir à quoi nous en tenir, ſans adopter aucune des regles des Architectes que je viens de citer ; nous ſupoſerons qu'un mur de 20 pieds de hauteur ſera parfaitement aſſuré ſur ſa baſe, quand on donnera à ſes fondemens quatre pouces d'épaiſſeur de plus de chaque côté que n'en a le mur, c'eſt-à-dire, que s'il avoit deux pieds d'épaiſſeur, ſes fondemens auroient deux pieds huit pouces : preſentement voulant ſavoir quelle épaiſſeur il faut donner aux fondemens d'un mur qui auroit 50 pieds de hauteur ; je fais abſtraction pour un moment de l'épaiſſeur de ce mur, pour n'avoir égard qu'aux retraites qu'on doit donner de chaque côté pour faire cette proportion ; ſi à un mur de 20 pieds de hauteur, il faut donner 4 pouces de retraite de chaque côté, combien en faudra-t'il donner à un mur de 50 pieds ; faiſant la regle on trouvera que chaque retraite doit être de dix pouces, par conſéquent ſi le mur avoit trois pieds d'épaiſſeur, il faudroit donner à ſes fondemens quatre pieds 8 pouces : de même s'il étoit queſtion d'un mur de 80 pieds, on ſuivra toujours la même proportion, en prenant 20 pieds pour premier terme, & quatre pouces pour le ſecond.

Quand on voudra élever des murs qui ont quelque pouſſée à ſoutenir, il n'eſt pas néceſſaire de les aſſeoir ſur le milieu des fondemens, il vaut beaucoup mieux après en avoir trouvé l'épaiſſeur, donner plus de largeur à la retraite qui répond au point d'apui, qu'à l'autre ; je voudrois même la faire double ; c'eſt-à-dire, qu'ayant trouvé par la regle précédente, qu'il faut donner dix pouces de retraite de chaque côté, aux fondemens d'un mur de 50 pieds de hauteur, & qui eſt chargé d'un grand comble, & de pluſieurs planchers, qu'ayant ajoûté enſemble les deux retraites qui ſont 20 pouces, on en donnera 13 ou 14 à la retraite du dehors, & ſix ou 7 à celle du dedans, ainſi le bras de levier qui répond à la puiſſance reſiſtante, ſe trouvant allongé par raport au centre de gravité de la muraille, le tout ſera beaucoup plus aſſuré, & il n'arrivera pas les défauts que l'on remarque dans la plûpart des bâtimens.

CHAPITRE DIXIE'ME.

Où l'on enſeigne comme l'on doit employer les Matériaux qui compoſent la Maçonnerie.

LA meilleure de toutes les Maçonneries eſt ſans difficulté celle qui eſt faite de pierres de taille ; mais comme cette pierre eſt aſſez rare, il n'eſt pas ordinaire de faire des Bâtimens qui en ſoient tout compoſés : l'on ſe contente ſeulement de les employer pour les ſoûbaſſemens des gros murs, aux encoigneures des Edifices & aux angles des revêtemens des ouvrages des Fortifications ; pour la mettre en œuvre l'on en prépare de deux eſpeces, la premiere que l'on nomme *carreau* ou *pannereſſe*, eſt celle dont la largeur excede la longueur ; la ſeconde que l'on nomme *boutiſſe* eſt celle dont la longueur excede la largeur ; les pannereſſes font parement de toute leur largeur, & les boutiſſes de leur tête ſeulement, leur queuë faiſant partie de l'épaiſſeur du mur : c'eſt ainſi qu'on les diſtribue dans chaque aſſiſe, obſervant de placer une boutiſſe, enſuite une pannereſſe, ſucceſſivement une boutiſſe & une pannereſſe poſées plein ſur joint ; c'eſt-à-dire que les joints perpendiculaires de la ſeconde aſſiſe, répondent au milieu des pierres de la premiere, ainſi des autres qui ſont au-deſſus, pour cela l'on fait les aſſiſes bien reglées, en ſorte que les carreaux & les boutiſſes ayent la même hauteur, afin que les joints horiſontaux qui regnent ſur toute la longueur du mur, faſſent des lignes paralelles & de niveau : à meſure que l'on poſe une de ces aſſiſes, on garnit le reſte de l'épaiſſeur du mur de briques ou de moîlon maçonné avec de bon mortier, & quand il n'eſt que d'une médiocre épaiſſeur, on tâche d'avoir des boutiſſes aſſez longues pour qu'elles puiſſent le traverſer & faire parement des deux côtés, ce qui rend la Maçonnerie beaucoup plus ſolide par la liaiſon qui ſe fait du parement avec le reſte du mur ; & quand cela ſe pratique ainſi, les boutiſſes qui font parement des deux côtés ſe nomment pierres de *parpain* ou *parpaigne*.

Quand on conſtruit quelque Edifice militaire dont les murs doivent être d'une épaiſſeur conſidérable comme de 5 ou 6 pieds, on employe de la graiſſerie au parement juſqu'à une certaine hauteur, de la brique pour le parement intérieur, & le reſte de l'épaiſſeur ſe fait de moîlon ; or pour que le tout ſoit en bonne liaiſon, on em-

ploye la graiſſerie comme on vient de le dire, à l'égard de la brique; on commence par poſer une premiere aſſiſe de deux briques & demi d'épaiſſeur, une ſeconde de deux briques, & une troiſiéme d'une & demi, chaque aſſiſe bien arraſée avec du moîlon, après quoi on recommence tout de nouveau une aſſiſe de deux briques & demi, une ſeconde de deux briques & une troiſiéme d'une brique & demi toujours bien liées & arraſées avec le moîlon & la graiſſerie. Quand on eſt parvenu à la derniere aſſiſe de graiſſerie & qu'on veut faire de brique le reſte de la hauteur du parement, on la poſe par aſſiſe reglée comme on vient de le voir pour l'interieur, & afin de rendre la liaiſon plus parfaite, on peut de trois en trois aſſiſes, faire une chaîne de deux briques d'épaiſſeur ſur toute l'étendue de l'ouvrage poſées plein ſur joint.

Les ſoûbaſſemens d'un mur étant faits, ſi on éleve le reſte du parement avec du moîlon, on a ſoin de le bien ébouſiner & de le tailler juſqu'au vif; l'on ſe ſert encore de boutiſſes & de pannereſſes, en obſervant toujours de ne les poſer que plain ſur joint, car ce ſeroit un deffaut groſſier de voir deux ou pluſieurs joints perpendiculaires ſur un même allignement, parce que le mur n'en ſeroit pas ſi ſolide & choqueroit le coup d'œil. Dans les ouvrages que l'on veut faire proprement, on a égard non-ſeulement de donner la même hauteur à toutes les pierres qui doivent compoſer les aſſiſes; mais encore de les tailler de façon que la largeur des pannereſſes ſoit doubles de celles de la tête des boutiſſes, afin d'obſerver une bonne liaiſon & un certain ordre de ſimétrie qui fait un fort bel effet.

Les Anciens étoient extrêmement attentifs à travailler les paremens des Edifices conſidérables: ils en rendoient les joints preſque imperceptibles, ce qui a fait croire, comme il y a toute aparence, qu'il leur arrivoit quelquefois de bâtir ſans mortier, aimant mieux tailler les pierres ſi juſtes, que leur ſituation & leur poids puſſent ſuffire pour donner à l'ouvrage toute la fermeté poſſible. Ils avoient encore recours à une pratique aſſez ingenieuſe pour rendre les paremens polis: ils tailloient bien proprement les faces des pierres qui devoient être unies les unes contre les autres, & laiſſoient un pouce de velu à celles qui devoient compoſer le parement, quand l'ouvrage étoit entierement achevé on recoupoit ces pierres en ravalant; ainſi quand ils ſe ſervoient de mortier, il ne paroiſſoit preſque point, & le tout ne ſembloit être compoſé que d'une ſeule pierre.

Outre les pierres de parement dont on vient de parler & que

l'on nomme *de grand apareil*, on en diſtingue encore de deux eſpeces, la premiere eſt le *libage* qu'on employe pour les fondemens : la ſeconde eſt *le moîlonage*, ou *le petit moîlon*, dont on ſe ſert pour garnir le milieu des gros murs; c'eſt ici où les Entrepreneurs n'oublient pas leurs interêts quand on n'y prend point garde, ils ont grand ſoin de faire le parement bien conditionné pour ſurprendre le coup d'œil, tandis que le reſte n'eſt compoſé que de boue & de platras, il eſt vrai que cela n'arrive guéres dans les ouvrages de Fortifications, parce que Meſſieurs les Ingenieurs y aportent tant d'exactitude & de ſoin, qu'il eſt aſſez difficile de leur en impoſer, ceux qui ſont accoutumés de faire travailler ſachant combien il eſt dangereux de s'en raporter à la bonne foi des ouvriers : mais comme j'écris principalement pour ceux qui commencent, & qui n'ont pas une grande connoiſſance des travaux; voici en peu de mots ce que l'on doit obſerver pour faire faire un bon ouvrage.

Il faut prendre garde de ne jamais laiſſer travailler les Maçons qu'aux heures marquées, & qu'ils ayent toujours des cordeaux d'alignemens devant & derriere la muraille, ne permettant pas qu'ils faſſent leurs plombées plus hautes que d'un pied ou un pied & demi, de ne point laiſſer employer de mortier qui ne ſoit tiércé & vieux de deux jours, ſans ſouffrir qu'on maçonne à ſec comme cela arrive aſſez ſouvent, ou que tombant dans une autre extrêmité, on ne rempliſſe les trous de poignées de mortier au lieu de Tuilleaux ou d'éclats de pierre.

De faire laiſſer des amorces qui ayent au moins un demi pied aux endroits où il y aura repriſe d'ouvrage, & quand on viendra à y travailler, ne pas laiſſer recommencer ſur les arraſes ſéches ſans y jetter de l'eau.

De ne ſouffrir jamais qu'on mette des calles de bois ſous les carreaux, cordons, tablettes & autres pierres de parement, ni qu'on employe ces pierres ſans qu'elles ayent un lit ſuffiſant pour être bien aſſiſes, ne pas laiſſer mettre en œuvre des pierres trop fraîchement tirées de la Carriere, & qui ne ſoient déchargées de leur bouſin, parce que le mortier ne s'y attache pas; de faire enſorte qu'en les poſant elles ne faſſent point de boſſes qui excedent le niveau de l'ouvrage; mais ſur toute choſe de ne pas ſouffrir qu'on employe des pierres de Grès, parce que le mortier ne s'y attache pas, ſoit à cauſe que leurs pores ſont trop ſerrés, ou qu'elles ne fourniſſent point de ſel comme les autres pour durcir & faire ſécher le mortier, ainſi la meilleure maniere de garnir les murs eſt d'y employer de la brique ou du moîlon plat, bien arrangé & entrelaſſé

de maniere que le milieu des uns réponde aux joints des autres, obſervant roujours de conduire autant qu'il eſt poſſible l'ouvrage de niveau ſur toute la longueur & épaiſſeur.

Quand on manque à routes ces précautions il arrive que le parement n'étant pas bien lié avec le reſte de l'épaiſſeur, eſt proprement un mur appliqué contre un autre qui venant à ſe dégrader par la fuite ſe détache en peu de tems, toute la chemiſe rombe, & il ne reſte plus qu'un maſſif informe qu'on a bien de la peine à réparer ſolidement; pour remedier à cet inconvénient on pratique aux revêtemens des Fortifications une conſtruction de Maçonnerie qui eſt la meilleure (à ce que je crois) qu'on puiſſe imaginer: elle ſe fait ordinairement de brique & de moîlonage; & comme il y a de l'art à bien lier enſemble ces deux materiaux; voici comme on les met en œuvre.

Après avoir tracé les fondemens de la muraille & ceux des contreforts relativement aux dimenſions des plans & profils, ſoit pour une face de Baſtion, flanc ou courtine, & bâti ces fondemens avec les précautions dont il eſt parlé dans le Chapitre précédent, en un mot après avoir élevé l'ouvrage juſqu'au niveau du fonds du Foſſé, on commencera par faire faire trois mortiers différens, le premier ſera de ciment compoſé de bons thuilleaux bien battus, & d'un tiers de la meilleure Chaux, pour remplir & garnir les joints des paremens de graiſſerie; le ſecond ſera auſſi compoſé d'un tiers de bonne Chaux, & le reſte de ſable fin pour la Maçonnerie du parement; ſi l'on a deux ſortes de Chaux on prendra la moindre pour le troiſiéme mortier qui ſera compoſé de petit gravier s'il y en a ſur les lieux pour la groſſe Maçonnerie.

On préparera auſſi trois ſortes de pierres, la premiere pour les ſoûbaſſemens & les angles, doit être taillée dans ſes lits & joints cizelée & piquée proprement à la petite pointe du marteau, ſes faces dreſſées à la regle & les joints démaigris pour recevoir le mortier; la ſeconde ſera la brique dont on ſe ſervira pour le parement & la troiſiéme le moîlon pour la garniture du milieu & des contreforts.

On poſera la premiere aſſiſe du parement compoſée de boutiſſes & de carreaux, ſi les boutiſſes ſont rares, on en mettra un tiers ſur deux tiers de pannereſſes, les unes & les autres ayant leurs faces taillées ſuivant le talud du revêtement, & derriere cette premiere aſſiſe on couvrira toute la Maçonnerie des fondemens, tant du revêtement que des contreforts d'un lit de trois Briques d'épaiſſeur poſées à plat bien garnies de mortier; le commencement de cet

ouvrage demande beaucoup de ſoin & de précaution, ce premier lit étant poſé, on en fera un autre derriere les pierres du ſoûbaſſement qui aura trois briques & demi de largeur ſeulement : ſur celui-ci on en fera un ſecond qui ſera moins étendu d'une demi brique, ſur ce ſecond un troiſiéme qui ira encore en diminuant d'une demi brique, & on continuera de même juſqu'au cinquiéme rang qui ſe terminera à une brique & demi, en élevant ces rangs de briques, on a grand ſoin de bien garnir tout le reſte de l'épaiſſeur du mur, & des contreforts de moîlon à bain de mortier arraſé ſur toute l'étendue de l'ouvrage que l'on conduit toujours de niveau de même que les contreforts aux angles deſquels on met les plus gros moîlons, obſervant que la racine ſoit bien liée avec le revêtement pour que le tout ne faſſe qu'un corps : quand la Maçonnerie a été élevée de niveau au dernier rang de briques dont nous venons de parler, pour lors on dir avoir fait une *levée* que l'on couvre derechef d'un rang de trois briques d'épaiſſeur qui regne generalement ſur tout l'ouvrage, & ce rang eſt nommé *chaîne*, parce qu'effectivement il enchaîne pour ainſi dire toutes les parties de l'ouvrage les unes avec les autres, après cela l'on recommence tout de nouveau à faire une levée de briques de cinq rangs de hauteur allant en diminuant d'une demi brique au premier rang, & ſe terminant à une & demi au cinquiéme, le derriere garni de moîlon comme l'on a fait pour la premiere levée, & ainſi de ſuite.

D'un autre côté, l'on continue à conduire le parement par aſſiſes de boutiſſes & de pannereſſes, les boutiſſes bien enclavées dans l'épaiſſeur du mur, & les pannereſſes ſerrées & maçonnées entre les boutiſſes, faiſant toujours ſuivre à leur faces le talud de la muraille, tant que le ſoubaſſement ſoit parvenu à la hauteur qu'on jugera à propos de lui donner, qui eſt ordinairement de 5 ou 6 pieds plus ou moins ſelon la hauteur de l'ouvrage. Le ſommet de la derniere aſſiſe du ſoûbaſſement doit être taillé en *champ frain* de deux pouces : cette partie du parement ſe fabrique comme nous l'avons dit avec du mortier de ciment, de terraſſe ou de cendrée de Tournay ſelon les Pays où l'on fait travailler, on en uſe de même pour tous les autres murs qui ſont ſujets à être environnés d'eau.

Quand le ſoûbaſſement eſt achevé, on continue à élever le reſte du parement qui ſe fait de briques ou de moîlon picqué, mais plus ordinairement de briques ; c'eſt pourquoi j'ai ſupoſé que le profil repreſenté par la Figure 10 étoit fait dans ce goût là : il exprime aſſez bien la diſpoſition des aſſiſes qui compoſent le ſoubaſſement, les chaînes de briques qui ſe font après chaque levée & les cinq PLANCH. 8.

rangs dont nous avons parlé, qui vont toujours en diminuant d'une demi brique, ainſi comme ce deſſein aide beaucoup à faire entendre la conſtruction que je me ſuis propoſé de décrire, cela me diſpenſera d'entrer dans bien de petites circonſtances qui ſe préſenteront d'elles-mêmes à l'eſprit, pour peu qu'on y faſſe attention.

Si le reſte du parement au-deſſus du ſoubaſſement, ſe fait de briques, on commence par en aſſeoir un rang que l'on met à plat, & qui font face de leur tête : ſur celui-ci on en met un autre à plat qui font face de leur longueur, & alternativement une aſſiſe en boutiſſe, & une autre en pannereſſe à joint recouvert, obſervant de ſuivre le talud qui a été réglé par le profil, & toujours de même juſqu'au cordon, au contraire du derriere de la muraille qui doit être à plomb, auſſi bien que les contreforts.

En conduiſant le parement, on arme les angles ſaillans de pierre de taille en petit boſſage, d'un pouce & demi de relief poſé par aſſiſe reglée, & les deux faces de chaque pierre qui font parement, ſont taillées de façon qu'elles forment préciſément un angle égal à celui que doit avoir l'ouvrage, ayant attention de donner auſſi à ces mêmes faces, le talud que doit avoir le revêtement de la maniere qu'on le voit repreſenté dans la figure 9. & quand on eſt parvenu à la hauteur qu'on veut donner au revêtement, on le termine d'un cordon de la même pierre d'un pied de hauteur, taillée en demi rond, & poſée en ſaillie d'environ cinq ou ſix pouces, ce cordon eſt auſſi compoſé de pannereſſes & de boutiſſes : les pannereſſes doivent avoir au moins 24 pouces de lit, non compris la ſaillie, & les boutiſſes trois pieds de queuë, le derriere bien garni & conduit à même hauteur, enſuite on éleve quelquefois ſur le ſommet de la muraille, un petit mur à plomb devant & derriere, auquel on donne 4 pieds de haut & trois d'épaiſſeur, pour ſervir de revêtement au parapet. Quand la pierre de taille eſt commune on le couronne par une tablette qui a un larmier dont la ſaillie eſt de 3 ou 4 pouces, ou bien on couvre toute la Maçonnerie par une aſſiſe de briques poſées en liaiſon alternative, moitié de cant, & moitié debout, avec leſquelles on fait auſſi un larmier qui déborde ſeulement d'un pouce, ou d'un pouce & demi, obſervant de donner au couronnement une pente de 4 pouces, allant du derriere au devant, le tout conſtruit à petit joint, en bonne liaiſon bien reciré.

Quand on fait des demi revêtemens, on ſuit les mêmes choſes qu'on vient de voir c'eſt-à-dire, que l'on conduit la Maçonnerie depuis la derniere retraite des fondemens juſqu'à la hauteur de la ligne

ligne de niveau, ou du rez-de-Chauſſée, le reſte de la hauteur ſe revêtit de gaſons ou de placages, & on ſe conforme au cinquiéme article du profil général de M. de Vauban.

A l'égard du revêtement des Contreſcarpes, & de ceux des gorges des ouvrages, la maçonnerie s'en fait avec les mêmes précautions qu'aux remparts, ainſi on en peut juger par la figure huitiéme.

Comme l'on ſe trouve ſouvent dans la néceſſité de lier de la nouvelle maçonnerie avec de la vieille, je m'arrêterai un moment pour enſeigner une pratique qu'on ne fera pas mal de ſuivre en pareil cas: les Maçons y faiſant ordinairement ſi peu d'attention, qu'il arrive toujours que leur ouvrage eſt défectueux en cet endroit-là.

Après avoir détaché une partie de la vieille maçonnerie pour ſe donner des amorces; il faut grater le mortier qui ſe trouve ſur la pierre, tant qu'il n'en paroiſſe plus que dans le fond des joints, enſuite nettoyer proprement toutes les ordures, de ſorte qu'il n'y reſte pas de pouſſiere; pour cela il faut après s'être ſervi du balai, avoir de groſſes broſſes, afin que les ſoyes s'introduiſans dans les pores les plus imperceptibles, en faſſent ſortir tout ce qui s'y trouve, car c'eſt ordinairement la poudre répandue ſur la pierre, qui empêche le mortier de s'inſinuer dans ſes pores pour faire une bonne liaiſon, après cette préparation il faudra jetter ſur la vieille maçonnerie, une grande quantité d'eau, à diverſes repriſes afin qu'elle s'y imbibe, & qu'elle acquiere pour ainſi dire une vertu attractive; il faut avoir dans un bacquet de la bonne Chaux détrempée, de ſorte qu'elle ſoit graſſe & glutineuſe; pluſieurs manœuvres prendront des broſſes, les tremperont dans la Chaux pour l'imprimer ſur la maçonnerie, en frapant à petits coups afin qu'elle penetre dans les joints & les pores de la pierre juſqu'à ce qu'elle en ſoit bien imbibée, & qu'on en ait mis une quantité ſuffiſante pour que cette colle de Chaux, ſurmonte de 3 à 4 lignes la ſurface de la maçonnerie, après quoi on apliquera deſſus du bon mortier pour maçonner comme à l'ordinaire, obſervant que la pierre ou la brique ſoient bien entrelaſſés avec les amorces, & faſſe une bonne liaiſon, alors la Chaux qui ſe trouve entre la vieille & la nouvelle maçonnerie, les unit ſi bien enſemble, en s'incorporant dans l'un & dans l'autre, qu'il ſe fait peu de tems après une liaiſon qui rend l'ouvrage plus indiſſoluble à l'endroit de la jonction que par tout ailleurs, comme l'expérience l'a fait voir toutes les fois qu'on en a uſé ainſi.

Voilà ce que je m'étois propoſé de dire ſur la maçonnerie en general, je me ſuis un peu étendu ſur celle des revêtemens de fortifi-

cations, parce qu'elle apartient particulierement à mon ſujet ; mais ſi je voulois entrer dans un ſemblable détail pour tout ce qui pourroit demander une conſtruction particuliere, ſelon les différens cas qui peuvent ſe préſenter, je n'aurois jamais fini ; c'eſt pourquoi je me tiendrai à l'idée que je viens de donner, me propoſant pourtant de ne pas négliger dans la ſuite, les occaſions où je pourrai inſinuer les connoiſſances que je croirai encore néceſſaires, quand il ſera queſtion, par exemple, des Ponts, des Voutes, des Ecluſes, & autres ouvrages conſidérables, qui ont une maniere d'être fabriqués qui leur appartient eſſentiellement.

Explication de pluſieurs tables ſervant à déterminer les dimenſions de toute ſorte de revêtement de Maçonnerie.

PLANCH. 9. & 10. Depuis que j'ai compoſé le premier livre, il m'eſt venu pluſieurs fois en penſée que bien des gens ne feroient pas grand uſage des regles que j'y ai enſeignées, pour trouver l'épaiſſeur des revêtemens, à cauſe de la longueur des calculs & des operations abſtraites qu'il falloit faire, & que le ſûr moyen de contenter tout le monde étoit de donner des tables dans leſquelles on pût trouver les dimenſions de tous les profils qui peuvent s'exécuter, ſelon les différens taluds que l'on voudroit donner aux revêtemens, ſoit pour ceux qui ſoutiendroient des remparts, accompagnés de leurs parapers, ou pour les autres qui n'ayant point de parapers à ſoutenir, ſerviroient aux terraſſes, aux quays, aux chauſſées, aux contreſcarpes, aux gorges des ouvrages, &c. Mais ces tables telles que je les conçus d'abord me parurent d'un ſi grand travail que j'heſitai long-tems à les entreprendre ; j'en expoſai le deſſein à quelques perſonnes de mes amis, qui me firent entendre que de tout ce que je pouvois rapporter dans mon livre, rien ne ſeroit plus utile & plus intereſſant ; cela ſuffit pour me déterminer & vaincre la répugnance que j'avois à m'apliquer pendant un tems conſidérable à un ouvrage auſſi ingrat, car il faut convenir que le public n'eſt pas toujours judicieux, ſouvent il ne juge du prix des choſes que par ce qui peut plaire à l'imagination, & tienr fort peu de compte de la peine dont un Auteur veut bien ſeul ſe charger, quoiqu'il pourroit être en droit de la partager avec lui, il me permettra de lui faire ce petit reproche, il trouvera aſſez dans mon ouvrage dequoi avoir ſa revanche.

Ayant déja raporté ſur la fin de l'article 37 du premier Livre, des tables pour l'épaiſſeur des revêtemens, on penſera peut être que celles dont je parle ſont à peu près de même ; cependant elles

ſont bien differentes car dans les premieres tous les profils ſont aſſujetis à un talud, qui eſt toujours la cinquiéme partie de la hauteur, & on n'y ſuppoſe point de contreforts, au lieu que dans celle-ci l'on a une ſuite de revêtemens, depuis 10 pieds juſqu'à 100 qui ont non-ſeulement pour talud, le 5 de la hauteur; mais le 6 le 7, le 8, le 9, ou le 10 ſelon que l'on voudroit choiſir un profil plutôt que l'autre, d'ailleurs tous les revêtemens ſont accompagnés de contreforts, dont les dimenſions ſont rapportées pour telle hauteur de rempart que l'on voudra, comme on en va juger par l'explication de la 9 & 10 planche.

La 9e planche comprend les dimenſions de tous les revêtemens, qui ſoûtiendroient des remparts accompagnés de leurs parapets; mais comme l'on peut donner à ces revêtemens un talud plus ou moins conſidérable, cette planche contient ſept tables: les ſix premieres ſont compoſées chacune de deux colonnes, dont l'une détermine l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet des revêtemens, & l'autre celle de la baſe des mêmes revêtemens, pour tous ceux qui auroient depuis 10 pieds de hauteur, juſqu'à 100 par exemple, la premiere table comprend les épaiſſeurs des revêtemens, qui auroient un 5 de talud, la ſeconde celle des revêtemens, qui n'auroient pour talud que la 6 partie de leur hauteur; enfin la 3. 4. 5 & 6 table comprennent de ſuite les mêmes épaiſſeurs, pour les revêtemens qui auroient pour talud un 7. 8. 9 ou 10 de leur hauteur.

A l'égard de la 7 table, elle comprend trois colonnes qui exptiment les dimenſions des contreforts, qui doivent accompagner tous les revêtemens dont il eſt fait mention dans les ſix premieres tables; car il eſt bon de remarquer que tous les revêtemens de même hauteur, ſoit qu'ils ayent pour talud un 5 un 7 ou 10 doivent toûjours avoir des contreforts, dont les dimenſions ſoient les mêmes que celles qui ſont marquées dans la 7 table à l'allignement qui répond à la hauteur dont il s'agit; d'ailleurs que ces contreforts ſont toujours eſpacés de 18 pieds, de milieu en milieu, ſans que cela change jamais pour quelque revêtement que ce ſoit, grand ou petit: & en cela je me ſuis conformé à la maxime de M. de Vauban dans ſon profil genéral, dont j'ai retenu les contrefors parce qu'ils m'ont paru dans une proportion fort raiſonnable. Cependant je n'ignore pas que bien des Ingenieurs aiment mieux les eſpacer de 15 pieds, de milieu en milieu que de 18, je ne vois pas bien la raiſon de cette préference, puiſque quand le revêtement a une épaiſſeur ſuffiſante, & qui met la réſiſtance au-deſſus de la pouſſée des terres; il n'y a point de raiſon de multiplier les contrefotts

ſans néceſſité, ſi je les ai éloignées de 18 pieds plûtôt que de 15 ç'a été pour empêcher qu'en augmentant les dimenſions de leurs baſes, à meſure que les revêtemens devenoient plus élevés, ils ne ſe trouvaſſent trop ſerrés, cela n'empêche pourtant pas dans l'uſage que l'on ſera dans ces tables, qu'on ne puiſſe ſi l'on veut, raprocher les contreforts les mettant à 15 pieds, & ſuivre exactement toutes les autres dimenſions. Si l'on prend ce parti qui me paroît aſſez inutile, le revêtement ſera encore beaucoup au-deſſus de l'équilibre malgré les égards que j'ai eu.

Pour donner l'uſage de ces tables, nous ſupoſerons qu'on veut revêtir les faces d'une demi lune, que le revêtement doit avoir 25 pieds de hauteur depuis la derniere retraite, ou ſi l'on veut depuis le fond du foſſé juſqu'au cordon, & qu'on ne veut pour talud qu'un 7 de hauteur, on demande quelles doivent être les dimenſions des plans & profils, pour que le revêtement ſoit capable par ſa réſiſtance, de ſoûtenir un effort plus grand que celui de la pouſſée des terres du rempart & du parapet; je cherche dans la petite colonne qui marque la hauteur des revêtemens, le nombre 25 & en ſuivant le même allignement, je paſſe à la 3e table; qui montre qu'il faut donner 6 pieds 1 pouce 11 lignes d'épaiſſeur au ſommet du revêtement en queſtion, & 9 pieds 8 pouces 9 lignes à la baſe, delà en ſuivant toujours le même allignement, je paſſe à la 7 table pour voir quelles doivent être les dimenſions des contreforts, je trouve qu'il faut leur donner 7 pieds de longueur 4 pieds 6 pouces à la racine & 3 pieds à la queuë, obſervant de les eſpacer de 18 pieds de milieu en milieu; ſi au lieu d'un 7 de talud, on ne vouloit donner qu'un 9 de la hauteur, en ſuivant toujours l'allignement de 25 pieds, il faudroit prendre les dimenſions du ſommet & de la baſe dans la 5 colonne, & l'on trouvera 7 pieds 1 pouce 7 lignes pour l'un, & 9 pieds 10 pouces 11 lignes pour l'autre, & les contreſorts comme ci-devant.

A l'égard des tables contenues dans la 10 planche, elles ſont entierement ſemblables aux précédentes: la ſeule différence eſt que les unes répondent à des revêtemens, qui auroient un parapet à ſoutenir, au lieu que les autres ſervent pour les revêtemens, dont le ſommet ſeroit de niveau avec la ſurface de l'ouvrage dont il s'agit; par exemple, ſi l'on vouloit ſavoir quelles doivent être les dimenſions du revêtement d'une contreſcarpe, qui auroit 15 pieds de hauteur, & auquel on voudroit donner un 8 de talud, je cherche dans la colonne des hauteurs, le nombre 15 & en ſuivant le même allignement, je paſſe à la 4 table où je trouve qu'il faut

donner 2 pieds 9 pouces 10 lignes au ſommet, & 4 pieds 8 pouces 4 lignes à la baſe ; delà à la 7. où je remarque que les contreforts du même revêtement, doivent avoir 5 pieds de longueur, 3 pieds 6 pouces en racine, & 2 pieds 4 pouces à la queuë toujours eſpacés de 18 pieds de milieu en milieu.

On a ſupoſé généralement dans toutes ces tables, que les contreforts étoient auſſi élevés que le ſommet des revêtemens, auſquels ils répondoient, ce qui ſe pratique toujours, quand il s'agit de ſoutenir un rempart qui eſt accompagné d'un parapet, & lors que ce parapet eſt revêtu d'une petite muraille de 4 pieds de hauteur, qu'on éleve au-deſſus du cordon : mais quand il s'agit de demi revêtement, ou de ſoutenir une contreſcarpe ou la gorge d'un ouvrage, alors le ſommet des contreforts ſe termine à un pied ou un pied & demi plus bas que celui du revêtement, afin qu'il n'y ait que cette partie de la maçonnerie qui paroiſſe dehors, ainſi on pourra toujours avoir égard à ce que je viens de dire, ſans apprehender que le revêtement en ſoit moins ſolide, quoique la hauteur des contreforts diminue de quelque choſe.

Pour calculer ces Tables, j'ai ſuivi exactement ce qui a été enſeigné à la fin de l'article 51 du premier Livre au ſujet du profil general de M. de Vauban : c'eſt-à-dire, que j'ai regardé l'équation $y = 2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2phg - 2phd}{q} + nn - n$, comme une formule generale qui pouvoit s'apliquer à toute ſorte de revêtement dont les dimenſions des contreforts étoient données auſſi-bien que la hauteur des revêtemens & leur talud, & qu'il n'étoit plus queſtion que de trouver l'épaiſſeur du ſommet relativement à la pouſſée des terres qu'il falloit ſoutenir; ainſi je me ſuis ſervi des Tables des puiſſances équivalentes à la pouſſée des terres qu'on a rapporté dans l'Article 37, & c'eſt dans cette occaſion où je me ſuis apperçû combien il étoit commode d'avoir des expreſſions qui fuſſent équivalentes à ces puiſſances, puiſque ſi j'avois été obligé de les chercher à meſure que j'en ai eu beſoin, la 9e & 10e Planche m'auroit couté plus de quatre mois de travail continuel, comme on en peut juger par l'exemple qui eſt raporté à la fin du 51 Article. J'ajouterai que j'ai toujours ſupoſé les puiſſances équivalentes à la pouſſée des terres plus fortes d'un 6e qu'elles ne l'étoient effectivement afin que les revêtemens fuſſent au-deſſus de l'équilibre, & que je crois qu'il n'eſt pas poſſible d'aporter plus d'exactitude que j'en ai eu pour rendre ces Tables auſſi correctes qu'on le peut déſirer, c'eſt pourquoi quand on trouvera l'occaſion d'en faire uſage, on peut s'en ſervir en toute

ſûreté ſans qu'il ſoit beſoin de rien augmenter ni diminuer des dimenſions qu'on y raporte, à moins que ce ne ſoit pour éviter l'embarras des petites parties : par exemple on pourra ſupprimer les lignes quoi que je les aye raportées ſcrupuleuſement de même que le calcul les a donné : car 4 ou 5 lignes de plus ou de moins, ou même deux ou trois pouces quand il s'agit de grands revêtemens, ſont un trop petit objet dans la pratique pour s'en mettre en peine, cependant il vaut mieux mettre plus que moins.

Comme la hauteur des revêtemens de toutes ces Tables augmente toujours de 5 pieds depuis 10 juſqu'à 100, il n'y a point de hauteur de rempart qu'on ne rencontre à peu près ſemblable à celles qui y ſont raportées ; car s'il s'agiſſoit d'un revêtement de 31 ou 32 pieds qui ſont deux nombres qui ne ſe trouvent pas dans la colonne des hauteurs on pourra prendre les dimenſions qui répondent aux revêtemens de 30 pieds, ſans qu'on ait lieu d'aprehender qu'elles ſoient trop foibles, puiſqu'elles mettront toujours le revêtement au-deſſus de l'équilibre à cauſe de l'augmentation que nous avons fait à la puiſſance agiſſante, de même s'il s'agiſſoit d'un revêtement de 33 ou 34 pieds, on pourroit prendre les dimenſions qui apartiennent à celui de 35, quoiqu'un peu plus fortes qu'elles ne devroient être, en un mot on prendra toujours les dimenſions du revêtement dont la hauteur aprochera le plus de celui qu'on a deſſein de conſtruire.

Il eſt bon de remarquer que les dimenſions des contreforts augmentant en progreſſion Arithmetique, leurs baſes doivent augmenter en ſuperficie dans la raiſon des quarrés de leurs côtés homologue, prenant pour côté homologue la longueur de chaque contrefort ; c'eſt-à-dire 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. leurs baſes augmenteront dans le raport de 16. 25. 36. 49. 64. 81. 100. 121. 144. 169. 196. 225. 256. 289. 324. 361. 400 441. 484. or comme les derniers quarrés ſont bien plus grands à proportion que les premiers, il s'enſuit que les baſes des contreforts, par conſéquent les contreforts mêmes augmentent beaucoup plus à proportion que ne font les revêtemens. Mais comme les contreforts ne peuvent augmenter plus qu'ils ne devroient naturellement, ſans que les épaiſſeurs du ſommet & de la baſe des revêtemens ne diminuent, il s'enſuit que les différences des épaiſſeurs marquées dans les Tables, au lieu d'augmenter doivent plutôt diminuer à meſure que les revêtemens ſont plus élevés ; c'eſt auſſi ce que l'on voit dans toutes les colonnes, puiſque les derniers nombres ſont plus petits à proportion que les premiers, ce qui m'a-

la base des Revêtemens des Remparts
e hauteur rélativement aux diférens
ntreforts, observant que la distance

- *La S.ce des Ing.rs liv. III. pl. 9. pag. 78.*

Epaisseur au Sommet pour un t.f de talud.	*Epaisseur sur la base pour un t.f de talud.*	*Longueur des Contreforts*	*Epaisseur des contre-forts en Racine.*	*Epaisseur des contre-forts à la queüe*	*hauteur des Revêtemens*
pi.po.lig.	*pi.po.lig.*	*pieds.*	*pie.s pou.s*	*pie.s pou.s*	*pieds*
4.4.3.	*5.4.0.*	*4.*	*3. 0.*	*2. 0.*	*10*
5.3.1	*6.9.1*	*5.*	*3. 6*	*2.4*	*15*
6.6.5	*8.6.5*	*6.*	*4.0*	*2.8*	*20*
7.4.8	*9.10.8*	*7.*	*4.6*	*3.0*	*25*
8.0.6	*11.0.6*	*8.*	*5. 0*	*3.4*	*30*
8.9.4	*12.3.4*	*9.*	*5. 6*	*3.8*	*35*
9.4.8	*13.4.8*	*10.*	*6. 0*	*4. 0*	*40*
9.11.3	*14.5.9*	*11.*	*6. 6*	*4. 4*	*45*
10.6.3	*15.6.3*	*12.*	*7. 0*	*4.8*	*50*
11.0.3	*16.6.3*	*13.*	*7. 6*	*5. 0*	*55*
11.6.1	*17.6.1*	*14.*	*8. 0*	*5. 4*	*60*
12.1.2	*18.7.2*	*15.*	*8. 6*	*5. 8*	*65*
12.5.2	*19.5.2*	*16.*	*9. 0*	*6. 0*	*70*
12.8.8	*20.2.8*	*17.*	*9. 6*	*6. 4*	*75*
13.0.9.	*21.0.9.*	*18.*	*10. 0.*	*6. 8*	*80*
13.4.11.	*21.10.11.*	*19.*	*10. 6.*	*7. 0*	*85*
13.7.9.	*22.7.9.*	*20.*	*11. 0.*	*7. 4.*	*90*
13.9.7.	*23.3.7.*	*21.*	*11. 6.*	*7. 8.*	*95*
14.0.6.	*24.0.6.*	*22.*	*12. 0*	*8. 0.*	*100*

NAPOLI

ase des Revêtemens qui ne soutiennent point de
rges des ouvrages qui auroient depuis 10. pieds
t leur donner, avec les dimensions des contreforts,
nilieu. *La 3.e des Inf.s liv. III. pl. 10. pag. 75*

isseur la base r un p. talud	*Epaisseur au Sommet pour un p. de talud.*	*Epaisseur sur la base pour un p. de talud.*	*Longueur des Contreforts*	*Epaisseur des contre-forts en Racine*	*Epaisseur des contre forts a la queüe*	*Hauteur des Revêtemens*
po. lig	*pi. po. lig*	*pi. po. lig*	*pieds.*	*pi. po.*	*pi. po.*	*pieds*
. 1. 5	*2. 1. 4*	*3. 1. 4*	*4.*	*3. 0.*	*2. 0.*	*10*
. 8. 0	*3. 1. 8*	*4. 7. 8*	*5.*	*3. 6.*	*2. 4.*	*15*
. 1. 6	*4. 1. 8*	*6. 0. 8*	*6.*	*4. 0.*	*2. 8.*	*20*
. 6. 1	*4. 11. 7*	*7. 5. 7*	*7.*	*4. 6.*	*3. 0.*	*25*
. 10. 9	*5. 10. 7*	*8. 10. 7*	*8.*	*5. 0.*	*3. 4.*	*30*
. 2. 7	*6. 8. 8*	*10. 1. 6*	*9.*	*5. 6.*	*3. 8.*	*35*
. 5. 11	*7. 5. 3*	*11. 5. 3*	*10.*	*6. 0.*	*4. 0.*	*40*
. 8. 5	*8. 1. 11*	*12. 7. 11*	*11.*	*6. 6.*	*4. 4.*	*45*
. 10. 9	*8. 9. 6*	*13. 9. 6*	*12.*	*7. 0.*	*4. 8.*	*50*
. 11. 11	*9. 5. 2*	*14. 11. 2*	*13.*	*7. 6.*	*5. 0.*	*55*
. 1. 0	*10. 0. 4*	*16. 0. 4*	*14.*	*8. 0.*	*5. 4.*	*60*
. 1. 4	*10. 6. 5*	*17. 0. 5*	*15.*	*8. 6.*	*5. 8.*	*65*
. 2. 0	*11. 0. 4*	*17. 11. 4*	*16.*	*9. 0.*	*6. 0.*	*70*
. 0. 0	*11. 6. 0*	*18. 11. 11*	*17.*	*9. 6.*	*6. 8.*	*75*
. 10. 2	*11. 11. 4*	*19. 10. 0*	*18.*	*10. 0.*	*6. 8.*	*80*
. 7. 4	*12. 4. 0*	*20. 5. 0*	*19.*	*10. 6.*	*7. 0.*	*85*
. 4. 10	*12. 7. 6*	*21. 4. 6*	*20.*	*11. 0.*	*7. 4.*	*90*
. 1. 0	*12. 10. 2*	*22. 0. 2*	*21.*	*11. 6.*	*7. 8.*	*95*
. 9. 4	*13. 0. 9*	*22. 8. 9*	*22.*	*12. 0.*	*8. 0.*	*100*

BIBLIOTECA

voit d'abord intrigué ; mais après en avoir aperçû la raiſon, j'ai regardé ce changement comme une preuve de la juſteſſe du principe, plutôt que de la part des fautes qui auroient pû ſe gliſſer dans les calculs ; voilà l'avantage des Mathematiques qui eſt de voir toujours clair à ce que l'on fait.

CHAPITRE ONZIE'ME.

De la Conſtruction des Souterrains, & comme l'on aplique ſur leurs Voutes les Chapes de Cimens.

L'On entend par ſouterrain, tous les lieux voutés qui ſe pratiquent ſous les remparts d'une place, comme les poternes qui ſervent à communiquer dans les ouvrages détachés, les Magaſins que l'on peut placer dans les tours, les lieux que l'on fait à l'épreuve de la bombe, pour ſervir de refuge en tems de Siége.

Les ſoûterrains ſont d'un grand ſecours dans les petites Fortereſſes, Citadelles, Forts, & Châteaux, où il n'y a pas d'endroit qui ne ſoit expoſé à être détruit en très peu de tems ; au lieu que dans les grandes places, on a toûjours quelque quartier éloigné des attaques ; où l'on peut mettre les munitions de guerre, de bouche, & même les malades & bleſſés.

Mais avant de parler de la diſtribution des ſouterrains, il eſt à propos de dire quelque choſe ſur la maniere de les conſtruire, car il ne ſuffit pas de les rendre à l'épreuve de la bombe, il faut les mettre auſſi à l'abri des injures du tems, & le plus qu'il eſt poſſible de l'humidité, pour cela l'on aplique ſur leurs voutes des chapes de ciment, dont voici la fabrique.

Le ciment à cet uſage, ſe fait ordinairement avec de la cendrée de Tournay, battue & préparée tous les quatre ou cinq jours une fois pendant ſix ſemaines, obſervant de n'y mettre de l'eau que la premiere fois, ou bien l'on prend un tiers de bonne chaux vive ſur deux tiers de terraſſe de Hollande, que l'on bat & prepare de même ; & au lieu de terraſſe de Hollande, on met ſi l'on veut, les deux tiers de pozzolane, ou de vieux tuilleaux bien cuits, réduits en farine, repaſſés au tamis de Boulanger ; mais ſoit qu'on ſe ſerve de l'un ou de l'autre de ces cimens, il faut les bien réduire en farine avec un moulin à bras, enſuite battre enſemble les deux matieres qui le compoſent, & les mêler un long eſpace de tems dans

des petits bacquets de planche faits exprès; ce mêlange doit ſe faire à pluſieurs repriſes, ſans y mettre de l'eau que la premiere fois.

Avant d'apliquer le ciment ſur les voûtes, il eſt néceſſaire que la maçonnerie ſoit bien achevée, & qu'elle ait eu au moins cinq ou ſix mois de tems pour ſécher & prendre ſes affaiſſemens, l'on en grate & foüille les joints avec un petit crochet de fer, après quoi on nétoye bien le deſſus, que l'on arroſe en y jettant de l'eau avec un arroſoir, puis l'on aplique le ciment tout fraîchement démêlé, de l'épaiſſeur d'un pouce & demi, qu'on étend bien également, on le bat de long & de large, avec de petites battes de deux pouces de largeur ſeulement, pour mieux preſſer le ciment dans les joints, enſuite avec des fers polis, comme ceux dont on ſe ſert pour repaſſer le linge, & retrouſſés par les bouts en adouciſſant, lon rend la premiere couche unie juſqu'à ce qu'elle commence à s'affermir, ou broüille tous les jours pendant un tems ſa ſuperficie, avec un torchon de drap gros comme la tête, emmanché au bout d'un bâton, & trempé dans un ſeau de ciment délayé, on paſſe auſſitôt le liſſoir deſſus, après cela on couvre tout le couchi avec des paillaſſons, juſqu'au lendemain, afin que les chaleurs ne le faſſent point gerſer, l'on repete cette manœuvre, c'eſt-à-dire, l'on broüille, on liſſe & on recouvre tant qu'on s'aperçoive qu'il n'y a plus de gerſure dans la ſuperficie; cela fait on broüille encore pendant cinq ou ſix jours de ſuite, ſans liſſer, ni paillaſſonner.

En appliquant les chapes de ciment, on aura ſoin ſur toute choſe de les rendre bien unies, & de terminer le ſommet des voutes en dos d'âne, avec des pentes dirigées comme celle des toits; en conſtruiſant la voute, l'on fera enſorte qu'elle ſoit également ceintrée, & bandée ſur le ceintre, ne ſe ſervant que de mortier choiſi, & que la pierre qu'on mettra en œuvre ſoit bien appareillée: ſi au lieu de pierre l'on employe de la brique, on choiſira la mieux cuite, dont on fera quatre ou cinq voutes repetées l'une ſur l'autre, & chacune d'elles bandée, & bien fichée de coins ſous les clefs ſéparement, & lorſqu'on appliquera les chapes de ciment, l'on prendra bien garde qu'elles couvrent toutes les parties de la maçonnerie, de façon qu'aucune pierre ne ſe montre au travers, on couvre enſuite la chape de ciment d'un lit de gros ſable ou gravier, de quatre à cinq pouces d'épais, qu'on étend également [illegible] tout; ſur celui-ci on en met un autre de terre d'un pied & demi bien battu, & on continue de même de lit en lit, juſqu'au parfait terraſſement: ceſt ainſi qu'on en a uſé pour couvrir les voutes des tours

baſtionnées

baſtionnées du Neuf Briſack, comme on le verra dans le 6e. livre.

Autrefois quand on faiſoit des Voûtes de Briques, on les compoſoit comme je le viens de dire de pluſieurs Voûtes l'une ſur l'autre qui avoient chacune une brique d'épaiſſeur, ſans faire enſemble aucune liaiſon: mais on a reconnu depuis que cette pratique ne valoit rien, qu'il convenoit beaucoup mieux de les faire en liaiſon alternative depuis l'intrados juſqu'à l'extrados, ſans aucune interruption ayant beaucoup plus de force pour réſiſter au choc des Bombes. L'inconvenient des Voûtes repetées l'une ſur l'autre, c'eſt que s'il ſe fait quelque écorchement à la premiere, auſſitôt qu'il vient à ſe détacher deux ou trois briques, toutes les autres ſe ſéparent de ſuite, ce qui rend les réparations très-difficiles, parce qu'on ne trouve point d'amorce pour lier la nouvelle Maçonnerie avec la vieille, l'on a même vû pluſieurs fois la premiere Voûte ſoufler & ſe détacher entierement de la ſeconde, peu de tems après la conſtruction de l'ouvrage.

A l'occaſion des ſoûterrains, je raporterai ici ce qui a été obſervé dans la conſtruction de la fameuſe Orangerie de Verſailles, afin qu'en pareil cas, on puiſſe, ſi on le juge à propos, ſuivre ce que l'on a fait pour mettre cet Edifice à l'abri des injures du tems.

Auſſitôt que la Voûte fut formée, on nettoya proprement le deſſus des reins, au bas deſquels on commença un lit de pierre ou de moilon à ſec de 18 pouces de hauteur, avec de la pouſſiere de chaux, entre leurs joints, enſuite on a mis au-deſſus un lit auſſi de pouſſiere de chaux, de 4 pouces d'épaiſſeur, & ſur celui-ci on en fit un troiſiéme de cailloux de vignes, & de galets bien lavés, de 12 pouces d'épaiſſeur, ſur lequel on en mit derechef un quatriéme de pouſſiere de chaux, toujours de 4 pouces, & par-deſſus un cinquiéme de galets, & ainſi juſqu'au niveau du ſommet de la voûte, ſur laquelle on a poſé un dernier lit de galets, de 12 pouces, recouvert d'une couche de mortier, qui occupe tout l'eſpace de deſſus, juſqu'au-delà même des pieds droits; ſi l'on s'eſt ſi bien trouvé de cette fabrique, que quoique le deſſus de cette Orangerie, ne ſoit qu'une terraſſe, il n'eſt arrivé aucun dommage à la voute.

On ſuit encore une pratique qui différe un peu de la précédente; c'eſt après avoir mis ſur la voute un lit de pierre ſéche, dont les joints ſont remplis de pouſſiere de chaux, & en avoir répandu par deſſus environ quatre pouces d'épaiſſeur, on met un lit de terre glaiſe, de 12 pouces bien battue, qu'on couvre d'un autre lit de galets auſſi de douze pouces entremêlés de pouſſiere de chaux, ſur

lequel on en met un dernier de mortier, de trois à quatre pouces d'épaiſſeur pour recevoir les terres.

Les voutes des ſouterrains pour être à l'épreuve de la bombe, doivent avoir au moins trois pieds d'épaiſſeur, recouvertes par cinq ou ſix pieds de terre, quant à la figure qu'elles doivent avoir, celles à plein ceintre eſt la meilleure pour les raiſons raportées dans le ſecond livre.

Les ſoûterrains ſe placent ordinairement, ſous le terre plain des Baſtions, parce que là on peut leur donner plus d'étendue que ſous la courtine, qui n'a point tant de largeur, mais en quelque endroit qu'on veuille les placer, il faut faire en ſorte d'en tirer toutes les commodités poſſibles afin qu'ils puiſſent ſervir à pluſieurs uſages, par exemple, on peut y faire des fours, des citernes, & des cheminées pour s'en ſervir au beſoin.

PLANCHE II.e Si l'on jette les yeux ſur la figure 6e. de la planche 11e. l'on verra des ſouterrains qui ſont pratiqués ſous un cavalier, qui occupent le terre plain d'un Baſtion, l'on remarquera que leur diſtribution eſt diſpoſée de maniere, qu'on y peut faire des boulangeries, pour cuire le pain de la garniſon, des cuiſines, des celliers, enfin tous autres lieux propres à mettre à couvert des munitions.

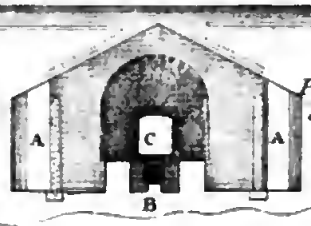
La figure 5e eſt un profil coupé ſur la largeur des ſouterrains, qui fait voir la diſpoſition des chapes de ciment ſur les voutes, & comme les tuyaux des cheminées paſſent dans le parapet du cavalier pour ne point incommoder le ſervice du canon. Par la figure 4e l'on verra le profil des mêmes ſoûterrains coupé ſur la capitale du Baſtion, où l'on remarquera qu'on a ménagé des portes au ſoûterrain du milieu pour communiquer dans les deux autres voiſins.

Quand les chapes de cimenr ſont appliquées ſur des voutes, au deſſus deſquelles il y a des plateformes, il faut au lieu de terminer la chape à l'extrêmité des pentes, la retrouſſer contre la muraille, afin que les eaux de pluye ne puiſſent point s'introduire ſur la voute; pour leur donner un écoulement, on fera une rigole, qui regnant tout au tour de la plate forme conduira les eaux dans des gargouilles, qui les porteront dans le foſſé.

Pour garanir les pieds droits des voutes des ſouterrains, des eaux qui filtrent dans les terres, il faut leur adoſſer un petit mur de pierres ſéches, de deux pieds d'épaiſſeur, c'eſt-à-dire, arrangées à la main ſans mortier, les joints remplis de gravier; ces murs doivent être élevés juſqu'à deux pieds au-deſſous des pentes de la voute, afin de remplir cette intervalle de bonne maçonnerie, à chaux & à

fig. 2.

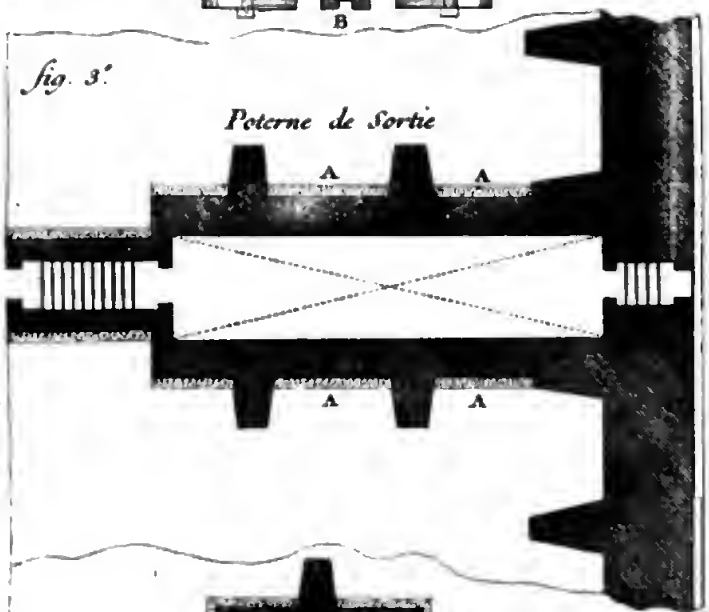
A. *Mur de pierres seches*
B *Acqueduc de l'Egout*
C *Sortie dans le fossé*



Profil coupé sur la largeur de la premiere poterne

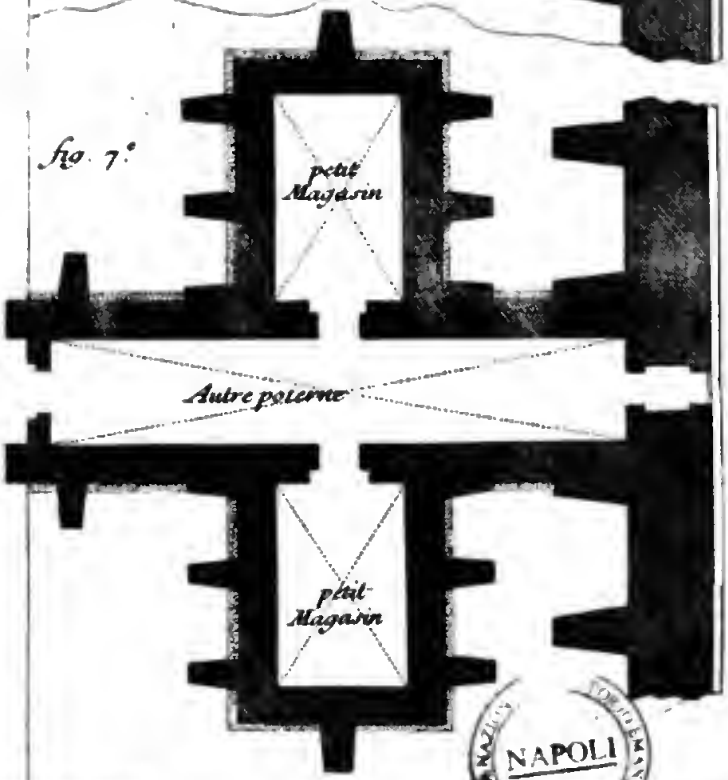
fig. 3.

Poterne de Sortie



5 toises

fig. 7.



NAPOLI

ſable, bien recouverte par le prolongement de la chape de ciment qui regnant ſur toute l'épaiſſeur de ces petits murs, mettra les pieds droits à l'abri de la tranſpiration & de l'humidité : pour bien faire il faut fonder ces pierrées deux pieds plus bas que l'aire des ſoutetrains, afin d'y pratiquer des conduits, dans le milieu de la fondation, pour l'égoût des eaux.

Il me reſte à parler des Poternes, ſur leſquelles il n'y a pas grand choſe à dire, parce que leur conſtruction eſt la même que celle des autres ſoûterrains : on les place dans le milieu des courtines, quelquefois derriere les orillons, pour communiquer dans la tenaille, ou dans le foſſé quand il eſt à ſec ; mais plus ordinairement dans le milieu des courtines, pour aller droit à la demi-Lune. Si l'on conſidere les figures premiere, ſeconde, & troiſiéme, l'on verra qu'elles repreſentent les plans & profils d'une poterne, que je ne m'arrêterai point à détailler, parce qu'il en ſera fait mention dans le 6e. livre, on remarquera ſeulement que dans le tems qu'on les conſtruit, il eſt à propos de faire au-deſſous de leur rez-de-Chauſſée, un petit aqueduc pour ſervir d'égoût aux eaux des rues, & les conduire dans le foſſé.

J'ai penſé pluſieurs fois à l'occaſion des poternes, qu'on pouvoit à droit & à gauche du paſſage, pratiquer ſous la courtine deux petits magaſins qui ſeroient d'une grande utilité en tems de ſiége pour ſervir d'entrepots aux munitions qu'on voudroit avoir à portée des ouvrages détachés ; & à pluſieurs autres uſages, dont ceux qui ſe ſont trouvés dans les places aſſiegées, ſentiront aſſez la conſéquence : ſi l'on jette les yeux ſur la figure 7e, l'on verra aſſez clairement quel eſt mon deſſein ; ſans qu'il ſoit beſoin d'une plus longue explication ; je dirai ſeulement que la poterne qu'elle repreſente eſt ſupoſée en rampe, ſans aucun dégré.

J'aurois pu raporter encore pluſieurs autres diſtributions de ſouterrains, car la plûpart de nos places nous en fourniſſent d'aſſez magnifiques pour ne pas manquer de bons modeles ; mais comme l'application qu'on en fait dépend des lieux, de la diſpoſition des ouvrages, & de quantités de circonſtances que la ſeule néceſſité fait bien diriger : j'ai crû devoir m'en tenir à l'idée que je viens de donner, qui ſuffira à de jeunes Ingenieurs, pour les mettre en état d'exécuter les projets de ces ſortes d'ouvrages, pour peu qu'ils ſoient aidés par les devis, plans, profils, & inſtructions particulieres, que les chefs ont coutume de leur donner en pareil cas.

CHAPITRE DOUZIE'ME.

De la maniere de conſtruire les Ouvrages de Terraſſes.

A Meſure que l'on éleve le revêtement d'un ouvrage, l'on fait le remblais des terres pour former le rempart: On commence par égaliſer le fond du terrain qui répond à la derniere retraite du côté de la place en lui donnant une pente d'environ trois pouces par toiſe du devant au derriere, afin de ſoulager le revêtement : car nous ſupoſons que cet eſpace eſt bien déblayé, & n'eſt pas occupé par les terres qu'on a tirées du foſſé pour former les remparts, c'eſt ce qui nous a fait dire dans le 8e. Chapitre qu'il falloit les porter à 8 ou 10 toiſes au-delà de l'alignement intérieur de la muraille, afin qu'on ne ſoit pas obligé de les rejetter plus loin; mais placées de façon que les travailleurs les ayent ſous la main. Pour faire les remblais, l'on poſe un lit de faſcinage, dont le gros bout eſt du côté de la muraille, les brins eſpacés de 4 à 5 pouces les uns des autres: les faſcines doivent avoir au moins 12 pieds de longueur & 3 ou 4 pouces de circonférence par le gros bout, on les recouvre d'un lit de terre d'environ 8 pouces de hauteur que l'on bat à la Dame tant qu'il ſoit réduit à ſix; on repete un ſecond & un troiſiéme lit de terre toujours de 8 pouces bien battus, & chacun réduit à ſix pouces. S'il ſe rencontre des pierres qui empêchent qu'on ne puiſſe battre également par tout, on les ôte pour les mettre de côté, enſuite on étend ſur ce troiſiéme tas un ſecond lit de faſcinage diſpoſé comme le premier, que l'on couvre encore de trois autres tas de terre de 8 pouces, chacun batus ſéparement & réduits à 6 que l'on recouvre encore d'un lit de faſcinage, ainſi de ſuite alternativement trois tas de terre & un lit de faſcinage juſqu'à la hauteur du terre plain du rempart auquel on donne une pente d'un pied & demi depuis la banquette juſqu'au talud intérieur, en obſervant d'en faire la ſurface d'une terre bien épierrée & battue ſi uniment que les eaux de pluye coulent ſans difficulté; après quoi on éleve le parapet qui ſe conſtruit de même que le rempart ; mais avec un peu plus de précaution, car ſi les terres dont on veut ſe ſervir ſont pierreuſes, on les paſſe à la claye, ou bien on en choiſit de douce, & de celle qui convient le mieux.

C'eſt ainſi qu'on a coutume de travailler les ouvrages de terraſſe

en les mêlant avec des lits de faſcinage que je ne voudrois pourtant employer qu'à la derniere extrêmité quand on a des terres boueuſes ou ſabloneuſes qui n'ont point de cervelle, encore ne devroit-on s'en ſervir que lorſqu'on fait des ouvrages qui ne ſont revêtus que de gaſon ; car pour ceux qui ſont ſoutenus par une bonne muraille, je crois qu'avec un peu de précaution on pourroit s'en paſſer ; leur défaut eſt qu'étant nouvellement poſées, elles empêchent par leur reſſort qu'on puiſſe battre les terres auſſi ſolidement qu'on le feroit s'il n'y en avoit point, & que venant à ſe pourrir au bout d'un certain tems elles laiſſent beaucoup de vuide, ce qui fait que les terres s'affaiſſent tout de nouveau & ſe réduiſent à une hauteur beaucoup au-deſſous de celle qui avoit été réglée par les profils.

Pour ſe paſſer des faſcines dans la conſtruction des Ouvrages revêtus, je voudrois que les remblais ſuiviſſent exactement le progrès de la Maçonnerie ; s'il s'agit d'un ouvrage qui ait pluſieurs côtés, après avoir élevé la Maçonnerie d'une face de Baſtion, par exemple à une certaine hauteur qui ſera ſi l'on veut de deux pieds, les Maçons la quitteront pour aller faire une pareille levée à l'autre face ou au flanc voiſin, & les Terraſſiers viendront s'emparer de celle qui eſt vacante pour faire les remblais à la hauteur où ſe trouve la Maçonnerie, obſervant de bien battre les terres lit par lit de 8 pouces en 8 pouces, toujours réduites à 6, enſuite les Maçons reviendront à la partie qu'ils avoient abandonnées pour y faire une deuxiéme levée de deux pieds, tandis que les Terraſſiers occuperont celle que viennent de quitter les Maçons, de ſorte que pour bien faire il faut que les Maçons & les Terraſſiers ſe ſuccedent alternativement. De cette conduite il arrivera deux choſes également avantageuſes ; la premiere, c'eſt que les Maçons auront toujours un emplacement commode pour y travailler à leur aiſe, par conſéquent feront un meilleur ouvrage : la ſeconde c'eſt qu'en jettant ſur les terres nouvellement battues, les matériaux qu'ils doivent employer à leur nouvelle levée, les piétinemens continuels de tous ceux qui ſeront employés à la Maçonnerie batteront les terres incomparablement mieux qu'elles ne l'avoient été d'abord : ce qui leur fera prendre tout l'affaiſſement auquel elles ne ſeroient arrivées que long tems après l'ouvrage.

Ce qui demande encore beaucoup d'attention dans la conſtruction des ouvrages de terraſſe, ce ſont les revêtemens de placage ou de gaſon. Le placage ſe fait avec de la terre noire non pierreuſe, qui ne doit être ni trop graſſe, ni trop maigre ; mais participante des deux, afin qu'elle ne ſe fende ni ne ſe renfle point après qu'elle

aura été employée. On commence par creuſer une petite tranchée au pied du parapet pour ſervir comme de fondement au reſte de l'ouvrage, on la remplit de la terre ſervant au placage, & on a ſoin de la mouiller & de la lier avec celle qui compoſe le parapet : après l'avoir bien battue, on étend deſſus un lit de chiendent fraîchement tiré pour reprendre plus aiſément, enſuite l'on applique le premier tas, c'eſt-à-dire, un premier lit de terre noire auquel on donne 12 pouces d'épaiſſeur ſur 6 de hauteur que l'on bat bien en long & en large, juſqu'à ce qu'il ſoit réduit à n'en avoir plus que 4, on recouvre ce lit d'un autre de chiendent mêlé avec de la petite faſçine : ſur ce tas-ci on en aplique un autre battu & bien lié avec les terres du paraper que l'on bat & garnir de lit de grand faſcinage dont le gros bout eſt éloigné d'environ 4 pouces du placage, auquel on fait ſuivre le talud que doit avoir le parapet après en avoir recoupé le parement, & comme ſa hauteur au-deſſus de la banquette eſt toujours de quatre pieds & demi, ſon talud eſt de 18 pouces qui eſt le 6e. de la hauteur. Quant au talud extérieur, on lui donne les deux tiers de la hauteur ; c'eſt-à-dire que quand un ouvrage eſt revêtu de gaſon ou de placage, s'il a extérieurement 18 pieds de hauteur, on lui en donne 12 de talud.

Les revêtemens de gaſonage ſe font à peu près comme le précedent ; car on commence par poſer une premiere aſſiſe de gaſon au-deſſous du niveau de la derniere banquette pour ſervir de baſe ou de merande aux autres qu'on doit élever deſſus, tous les gaſons dont on ſe ſert doivent avoir 15 à 16 pouces de queue ſur 6 de largeur & autant de hauteur taillés en coin de mire ; cette hauteur de 6 pouces eſt réduite à 4 après que le gaſon eſt mis en œuvre. Sur cette premiere aſſiſe on en poſe une ſeconde, & ſur celle-ci une troiſiéme bien diſpoſée à joints recouverts & conduits de niveau ſur toute la longueur de l'ouvrage, ces aſſiſes ſont entre-laſſées avec des brins de ſaule & quelquefois de chiendent de même qu'au placage, & de 3 aſſiſes en 3 aſſiſes, on étend un lit de grand faſcinage qu'on recouvre de terre bien battue pour former le parapet, & à meſure que l'ouvrage avance, on recoupe le parement pour qu'il ſoit bien uni & faſſe le même effet que s'il étoit de Maçonnerie ; tous les angles ſaillans d'un parapet intérieur ou exrérieur ſe font en arrondiſſant, parce qu'autrement il ſeroit bientôt émouſſé, c'eſt même dans ces endroits où la main du Gaſonneur montre ſon adreſſe.

Le gaſon pour être bon, doit être coupé dans un pré bien herbu & racineux, un peu humide, les prés qui ſont tourbeux ou ſablo-

neux ne valent rien pour cela : toutes les saisons ne sont pas propres non plus pour le gasonnage, le tems le plus favorable est le Printems & l'Automne.

Il faut environ 250 gasons & 12 fascines pour une toise quarrée de gasonnage, il semble que 216 gasons devroient suffire, mais on compte 40 de plus pour remplacer ceux de rebut, un bon gason pese ordinairement 15 livres, & un Chariot en voiture 100.

Un bon Coupeur de gasons peut en couper jusqu'à 1500 dans un jour d'Eté, & la moitié seulement dans un jour d'Hyver, le Gasonneur en peut poser & raser dix toises quarrées dans un jour, & même davantage s'il est bien servi pour la terre & pour la fascine.

Je ne dis rien ici du tunage & du clayonage, parce que je me propose d'en parler dans l'Architecture Hydraulique, je passe aussi sous silence quantité de petits détails au sujet de la maniere de travailler les terres, qui ne sont point assez de conséquence pour meriter une attention particuliere.

A l'égard des Fossés qui environnent les ouvrages, leur excavation ne doit point être plus profonde que le niveau de la derniere retraite des fondemens ; mais quand ils sont à sec, on observe pourtant de leur donner un peu de talud en venant du pied du rempart dans le milieu, & du pied de la contrescarpe dans le même milieu afin de facilirer l'écoulement des eaux de pluye.

Quand la contrescarpe n'est point revêtue, on donne aux bords du Fossé un talud égal à sa profondeur, & à mesure qu'on aprofondit, on fait d'abord des banquettes au lieu de talud pour facilirer les allées & venuës des travailleurs : & après que la vuidange est faite, ces banquettes sont coupées pour former le talud dont je viens de parler. On donne aussi un semblable talud au pied des ouvrages de terrasse qui ont une berme.

Je ne parle point de la largeur ni de la hauteur que l'on donne au terre plein de remparts, parce que cela doit être réglé par les profils, je dirai cependant que le talud intérieur de tous les remparts ont une fois & demi leur hauteur ; c'est à-dire que si un rempart à 12 pieds de haut on lui en donnera 18 de talud.

Je ne dois point oublier de dire ici que quand on forme les faces des Bastions, demi-Lunes, contre-Gardes, &c. on observe de leur donner plus d'élevation aux angles saillans qu'aux extrêmités : Je veux dire que ces faces ont une perite penre en venant de l'angle saillant aux extrêmités, qui est réglée suivant la longueur que doivent avoir ces faces, cela contribue à donner plus de grace à un ouvrage & à le couvrir contre les enfilades. Mais quand on a seule-

Voyez la 14. Planche qui comprend l'élevation d'un front de Fortification.

ment ce dernier motif en vue, il y en a qui aiment mieux faire des ſurtouts aux angles ſaillans : J'ajoûterai auſſi qu'on donne aux remparts & parapets des Ouvrages, un peu plus d'élévation que celle qui a été reglée par les profils, pour prévenir les réductions que cauſent les affaiſſemens.

Quand on fait des demi revêtemens aux ouvrages, on y laiſſe quelquefois une berme de 10 pieds de largeur pour une haye vive, qui ſe fait d'Epines blanches provenans de jeune plantes pépinieres. Elle ſe plante ſur deux lignes, dont la premiere eſt à 5 pieds du parapet, & la ſeconde à 2 pieds de la premiere, on la laboure de tems en tems, & au bout de trois ans on la récépe tout près de terre, trois autres années après la haye s'étant élevée à une certaine hauteur on entrelaſſe tous ſes brins les uns dans les autres, de maniere qu'ils faſſent un tiſſu de 4 à 5 pieds, ce qui ſe doit répéter tous les ans, juſqu'à ce qu'elle ſoit parvenue à la hauteur de 6 pieds, on la taille proprement devant & derriere, afin qu'elle s'épaiſſiſſe mieux, & on la laiſſe anticiper juſqu'à la moitié de l'épaiſſeur du revêtement au ſommet afin qu'il ne reſte d'autre eſpace que celui qui ſera néceſſaire pour le paſſage du Jardinier qui la cultivera.

On plante ordinairement des Arbres ſur le rempart de la Place trois ou quatre ans après qu'on l'a élevé afin que les terres ayent eû le tems de s'affaiſſer : on en met trois rangées ; la premiere ſe fait au pied de la banquette, la ſeconde à trois ou quatre pieds du bord interieur du terre plein, & la troiſiéme au pied du talud du rempart. On choiſit des Ormes d'une belle tige bien garnis de leurs racines qui ne doivent être ni alterées ni offenſées, quant à leur groſſeur, il ſuffit qu'ils ayent 6 à 7 pouces de pourtour, parce qu'ils en reprennent mieux que s'ils étoient plus forts, on les plante à 15 pieds de diſtance les uns des autres faiſant des trous de 3 pieds en quarré ſur autant de profondeur. Il eſt à propos de faire ces trous trois ou quatre mois avant de planter les Arbres afin que le fonds puiſſe s'engraiſſer. On a encore beaucoup d'autres petites attentions qui ſont eſſentielles pour les faire profiter ; mais qui ſont aſſez connues des Jardiniers pour me diſpenſer d'en faire le détail.

Je n'ai pas encore parlé du chemin couvert, parce que ſa conſtruction n'a rien qui ne ſoit renfermé dans ce qu'on a vû au ſujet de la maniere de conſtruire les Ouvrages de terraſſe ; je dirai pourtant qu'on lui donne ordinairement 6 toiſes de largeur formé par un parapet de 4 pieds & demi de haut élevé ſur deux ou trois banquettes ſelon qu'on eſt obligé de ſe couvrir contre la campagne : quelquefois l'on ſoutient ce parapet d'un petit revêtement de Maçonnerie

çonnerie qu'on ne conſtruit qu'après que les terres ſe ſont bien affermies, on l'établit ſur une fondation de trois ou quatre tas de briques de hauteur, ſur deux briques & demi d'épaiſſeur, & on lui donne deux briques ſur la baſe & une brique & demi au ſommet ſur trois pieds de hauteur, le reſte du parapet qui eſt d'un pied & demi, ſe revêtit de gaſon ou de placage.

Les angles ſaillans des Places d'Armes en raſe campagne doivent être élevés d'un pied plus que l'extrêmité de leur face pour ſe couvrir contre les enfilades; dans le milieu de chaque face on pratique une ſortie coupée à niveau du terre plein, on lui donne 9 à 10 pieds de largeur ſur 15 de longueur pris du ſommet du parapet & pour défiler le paſſage, on le détourne en arrondiſſant vers l'angle rentrant; aux deux côtés de chaque ſortie on plante un poteau aiguiſé & contre-fiché ſur un ſeuil pour porter deux manteaux de barriere que l'on fait de barreaux à claire voye dont le ſommet finit en pointe façonnée comme celle des paliſſades, élevé à la même hauteur & ſur le même allignement.

Les Places d'Armes rentrantes & ſaillantes ſe ferment ordinairement par des traverſes de terre auſquelles on donne 18 pieds d'épaiſſeur au ſommet, leur parapet eſt élevé à la même hauteur que celui du chemin couvert, avec le même nombre de Banquettes. Quand la contreſcarpe eſt revêtue de Maçonnerie, les profils des traverſes le ſont auſſi, ce qui les rend capables d'un plus grand feu à cauſe que l'on n'eſt pas obligé de leur donner auſſi grand talud de ce côté-là.

A un demi pied du parapet tant du chemin couvert que des traverſes, on plante ſur la Banquette un rang de paliſſades de bois de chêne, de brin ou de quartier de 8 pieds & demi de longueur ſur 18 à 20 pouces de tour meſuré au milieu, elles ſont apointées de 12 à 13 pouces de longueur, la pointe droite ſur le milieu un peu tronquée pour éviter la pourriture, on les eſpace également à 2 pouces de diſtance l'une de l'autre meſurée ſur le linteau auquel elles ſont attachées avec des chevilles de bois de chêne bien ſec, chaſſées de force par le gros bout & fendu par le petit, pour être contre-chevillées, le linteau ſe fait auſſi de bois de chêne d'une piéce de 4 pouces ſur 5 d'équarriſſage, laquelle eſt refenduë diagonalement à un pouce près des angles opoſés, ce qui donne deux cours de linteaux. M. le Maréchal de Vauban faiſoit ſurmonter la pointe des paliſſades de 9 pouces au-deſſus de la crête du parapet; mais l'uſage a fait connoître que 6 pouces ſuffiſoient & mettoient les paliſſades moins en priſe au Canon : on doit les incliner de 6

pouces du côté du parapet pour mieux réſiſter à la pouſſée des terres, & que le Soldat ſoit plus commodement placé pour faire feu.

Il entre ordinairement 8 ou 9 paliſſades dans la toiſe courante dont chacune peſe environ 70 liv. un Chariot en voiture 100. & un Ouvrier avec ſon manœuvre peut en planter & cheviller trois toiſes courantes par jour.

Quand un rempart n'eſt revêtu que de gaſons, on le fraiſe à la hauteur du terre plein; c'eſt-à-dire, qu'on l'herriſſe de paliſſades poſées horiſontalement ayant trois pieds de ſaillie ſur trois pouces de pente, elles ſont couchées & chevillées ſur un chevet ou linteau. Il y a des perſonnes qui ajoûtent un ſecond linteau ſur l'extrêmité qui eſt enterrée, afin qu'on trouve plus de difficulté à les arracher: mais cela paroît aſſez inutile. Ces paliſſades ſont eſpacées les unes des autres de 4 à 5 pouces, il en faut environ 6 à 7 par toiſe courante.

Comme les ouvrages revêtus de gaſons ont ordinairement une berme, on y plante auſſi au bord du Foſſé un autre rang de palliſſades qui préſente la pointe du côté de la Campagne, on leur fait faire un angle de 45 dégrés avec l'horiſon, & leur ſaillie eſt à peu près de 4 pieds 10 pouces.

Je crois ne pouvoir mieux finir ce troiſiéme Livre qu'en raportant quelques Réglemens de M. le Maréchal de Vauban au ſujet des travaux, qui conviendront parfaitement ici pour donner aux jeunes Ingenieurs une idée générale de la façon dont ſe doivent faire les toiſés des Ouvrages, & ce qu'il faut ſuivre pour avoir de l'ordre & de l'arrangement quand on eſt chargé du détail.

Réglemens de M. le Maréchal de Vauban, pour la conduite des Travaux.

» L'Ingenieur qui ſera chargé en Chef des Travaux d'une Place » ſera tous les ans un Regiſtre où chaque Article de l'état des Ou» vrages ordonnés pour la même année, aura ſa feuille en particu» lier, dans laquelle tous les payemens de la dépenſe ſeront rapor» tés en gros & en détail depuis le commencement de ſon execu» tion juſqu'à ſa fin, conformément aux marchés qui en auront été » faits & aux comptes & toiſés qui ſeront arrêtés de tems en tems » avec les Entrepreneurs, moyennant quoi il lui ſera aiſé en quel» que tems que ce ſoit de faire voir l'état des Ouvrages dont on » pourra tirer des connoiſſances néceſſaires pour le tems de leur

» durée, & les moyens de les pouvoir achever.

» Les Entrepreneurs n'en commenceront aucun en gros ni en » détail, qu'on ne leur ait donné la figure & l'étendue au juſte, » marqué toutes les hauteurs & profondeurs, & fait un toiſé géné- » ral, du contenu duquel on leur donnera copie, qu'ils ſigneront. » Après qu'ils les auront achevés, ils ſeront meſurés pour la ſecon- » de fois, & ſi la quantité qu'on aura trouvé à la fin, differe du » commencement, on prendra toujours le moindre nombre pour le » compte du Roy, ce qui ſe doit entendre pour le remuëment des » terres ſeulement, car pour la maçonnerie il pourroit y avoir des » changemens dans la fondation, qui ſeroient ſi éloignés du toiſé » eſtimatif qu'on ne pourroit pas s'y tenir ſans tomber volontaire- » ment dans une erreur conſidérable.

» Tous les ouvrages de terre, ſeront meſurés par l'excavation » des foſſés d'où on les aura tirés, à moins qu'il ne fût expreſſé- » ment ſpecifié par le marché de le faire autrement.

» Tous les témoins de terre, ſeront faits en profils & non en » piramide, à cauſe des abus & tromperies qui s'y commettent: & » ils ſe feront toujours de concert avec l'Ingenieur, & l'Entrepre- » neur.

» L'Ingenieur ne fera payer perſonne à bon compte, ſur les ou- » vrages, qu'il ne ſoit certain par un bon meſurage, de la poſſibi- » lité de le faire ou non, ſans rien hazarder pour le Roy.

» A l'égard des ouvrages de maçonnerie, on tiendra des atta- » chemens ou des memoires exacts ſignés réciproquement de l'In- » genieur & de l'Entrepreneur, & même des principaux conduc- » teurs des ouvrages, où toutes les épaiſſeurs, longueurs & hau- » teurs de chaque partie, ſeront nettement expliquées, ſpécifiant » bien l'endroit de chacune, afin d'éviter toute ſorte d'embroüille- » ment, & de ſupercherie dans les toiſés generaux.

» Pour la charpenterie, on tiendra des attachemens de même, » de tous les bois qui ſeront attachés, & de ceux qui ne le ſeront » pas, ſpecifiant bien le nom de chaque eſpece, & même figurant » à la marge le mieux qu'il ſera poſſible, la partie dont il eſt queſ- » tion, afin d'éviter toute obſcurité.

» La même choſe ſera auſſi obſervée pour la maçonnerie, tout » autant de fois qu'on croira en avoir beſoin, pour plus grand éclair- » ciſſement.

» Tous les ouvrages de fer ſeront peſés à la livre de ſeize onces » en preſence de l'Ingenieur, après qu'ils auront été forgés, avant » que d'être employés.

» Ceux de maçonnerie, à la toiſe cube, ſi c'eſt de gros murs, ou » à la toiſe quarrée, ſi c'eſt de ſimple mur comme des Cazernes, » magaſins, corps de gardes & autres.

» Le meſurage de rerre ſe fera à la toiſe cube de France, celui » des gaſons à queuë, gaſons plats & placages, à la toiſe quarrée, » celui de la charpenrerie au cent de ſolives.

» Sur la fin de chaque année, au tems que les ouvrages finiſ- » ſent, l'Ingenieur arrêtera toutes les dépenſes qui auront été fai- » res, ſur ſon regiſtre, & raportera ſur ſon projet de l'année cou- » rante, l'état où ſeront les ouvrages de la place, & ce que cha- » cun aura couté, en marge, vis-à-vis de ſon article; comptant après » les revenans bon, ou les dettes qui s'y trouveront, pour faire état » des premiers, comme fonds déja reçus, & des ſeconds, comme » premiers fonds à demander ſur le projet de l'an prochain, enſuite » dequoi il y travaillera, y raportant tous les ouvrages qui auront » été réglés, avec l'eſtimation de chacun en particulier, le plus » juſte qu'il ſera poſſible, afin que l'on puiſſe choiſir ceux que l'on » jugera les plus neceſſaires: il faudra auſſi raporter après cela, le » prix des materiaux en proviſion, qui tiendront lieu de fonds, & » à la fin, le nom de tous les gens employés à la fortification, & » les apointemens d'un chacun, & pourvû que cet ordre ſoit exac- » tement obſervé, l'on ne tombera dans aucune erreur, & l'on ver- » ra toujours clair dans toures les dépenſes faites & à faire.

» Quand on fera des roiſés, ſoit généraux, ſoit particuliers; il » faudra bien ſpecifier le lieu & l'endroit, la qualité des ouvra- » ges, le nom de la piece & de l'Entrepreneur, & même les mar- » quer ſur le plan, par un renvoi chifré, afin que l'on n'aye point » de peine à le trouver, quand il s'agira de quelque verifica- » tion.

» Secondement, d'en donner les longueurs, largeurs & profon- » deurs, par toiſes, pieds & pouces, dans l'ordre marqué ci-après » avec le produit.

» Troiſiémement, d'en diſtinguer les proportions, quand il s'en » trouvera pluſieurs dans la même piece, par premier, ſecond & » troiſiéme, &c.

» Quatriémement, d'en faire toujours la ſuputation par toiſes, » pieds & pouces, parce que cette façon s'explique plus claire- » ment, & eſt plus en uſage, & moins ſujette aux embroüillemens » des fractions que les aurres.

» S'il étoit queſtion, par exemple, de meſurer la vuidange du » foſſé, vis-à-vis la face d'un Baſtion, & que ce meſurage fut di-

» viſé en pluſieurs parties : voici comme l'on en dreſſera le toiſé.

Toiſé du tranſport des Terres qui a été fait devant la face droite du Baſtion N. pour l'aprofondiſſement de ſon Foſſé & l'élevation de ſon Rempart, entrepris par ..... & ſes Aſſociés, à raiſon de 50 ſ. pour la toiſe cube, marché fait le ... du mois de ... de l'année ... achevé le ... du mois de ... de la même année.

PREMIERE PARTIE.

A commencer de la pointe du Baſtion en tirant vers l'épaule.

	toiſes.	pieds.	pouces.	toiſes.	pieds.	pouces.
Longueur.	32	3	6			
Largeur réduite.	12	4	8	1249	0	0
Profondeur.	3	0	0			

SECONDE PARTIE.

	toiſes.	pieds.	pouces.	toiſes.	pieds.	pouces.
Longueur.	8	3	0			
Largeur.	12	4	8	325	5	0
Profondeur.	3	0	0			

TROISIE'ME PARTIE.

Joignant l'épaule du même côté attenant à la précédente.

	toiſes.	pieds.	pouces.	toiſes.	pieds.	pouces.
Longueur.	12	0	0			
Largeur.	12	4	8	460	0	0
Profondeur.	3	0	0			

TOTAL.	toiſes.	pieds.	pouces.
	2034	5	0

Qui à raiſon de 50 ſ. la Toiſe cube, font la ſomme de 5087 liv. 1 ſ. 8 d.

» Quand il s'agit de meſurer de la Maçonnerie, ſi c'eſt à la toiſe » cube, on tiendra le même ordre, expliquant toujours les trois » dimenſions & ſi c'étoit à la toiſe quarrée on n'en expliquera que » deux longueur & largeur, ce qui ſe fait particulierement pour le » gaſonnage, placage, &c.

» Du ſurplus il faudra que les toiſés ſoient purs & nets ; c'eſt-à-» dire, qu'on ne les doit augmenter pour y comprendre la dépenſe » d'autres ouvrages qui n'auroient pas été réſolus quelques petits » qu'ils ſoient, il ne faut non plus faire aucune diverſion des fonds » qui auront été ordonnés pour la dépenſe des Ouvrages pour les » employer à un autre, tels que pourroient être les défections, ré-» parations des Bâtimens comme Corps de Gardes, Arſenaux, Ma-» gaſins, &c.

» Quand ils ont beſoin de réparations, il les faut comprendre dans » le projet & en repreſenter la néceſſité au Miniſtre, attendu que » tout toiſé augmenté eſt fort ſuſpect & de mauvais exemple, bien » que la fin pour laquelle on l'auroit fait fut la plus juſte du mon-» de ; car il eſt à ſupoſer que les Ouvrages dont la dépenſe a été » ordonnée par le Miniſtre, ſont toujours les plus preſſés, & ſur » cela on ne la doit point employer à d'autres. Tenir pour maxime » indubitable que toutes celles des Fortifications qui contribuent » le plus à mettre une Place en ſûreté, ſont toûjours préférables aux » autres de quelque nature qu'ils puiſſent être.

» Que ſi pendant le cours d'une année il vient à tomber quelque » choſe dans un ouvrage qu'on n'ait pas prévû comme cela arrive » fort ſouvent, il faut en faire une eſtimation particuliere & en » donner promptement avis au Miniſtre à qui on en fera connoître » la conſequence afin qu'il ordonne de nouveaux fonds pour cela.

» A l'égard des eſtimations, ſupoſé qu'il s'agiſſe de faire celle » d'une demi-Lune que l'on veut gaſonner, fraiſer & paliſſader ſur » la Berme ou dans le Foſſé : voici comme on procedera après avoir » expliqué le lieu & la ſituation.

Eſtimation d'une demi-Lune ſituée entre les Baſtions N *&* O, *&c.*

	toiſes.	pieds.	pouces.	toiſes.	pieds.	pouces.
Circuit du Foſſé.	10	4	0			
Largeur réduite du Foſſé.	120	0	0	2300	0	0
Profondeur.	2	3	0			

Eſtimé à raiſon de 45 ſ. la toiſe cube, font la ſomme de 7200 l.

Gaſonnage à queuë pour l'exterieur de la demi-Lune.

	toiſes.	pieds.	pouces.	toiſes.
Longueur.	118	0	0	
Hauteur.	3	0	0	354

Gaſonnage interieur du Parapet & Banquette.

	toiſes.	pieds.		toiſes.	pieds.
Longueur.	100	0	}	116	4
Hauteur réduite.	1	1	}		

TOTAL *du Gaſonnage à queuë* ..... *469 toiſes 4 pieds, ou ſi l'on veut 470 toiſes quarrées, qui eſtimées à raiſon de 40 ſ. chaque toiſe font* . . . . . 940 *l.*

Gaſons plats ſur le Parapet & ſur les Banquettes.

	toiſes.	pieds.		toiſes.	pieds.	pouces.
Longueur.	100	0	}	433	2	0
Largeur réduite.	4	2	}			

Qui eſtimées à raiſon de 8 ſ. la toiſe quarrée font la ſomme de 173 l. 6 ſ. 8 d.

Pour 958 toiſes quarrées de faſcinage de 10 pieds de long, à raiſon de 10 ſ. pour chaque toiſe quarrée. . . . . 479 *l.*

Circuit réduit de la fraiſe & de la paliſſade, à raiſon de 6 l. par toiſe courante à tout fournir. . . . . 1230 *l.*

TOTAL *du contenu de cette eſtimation* : 10112 *l.* 6 *ſ.* 8 *d.*

» Quand il y aura quelqu'autres parties, il faudra auſſi les ſpe-» cifier comme les Ponts de communication, épuiſement d'eau, » le revêtement des Profils, Corps de Gardes & réduits, cette » maniere doit être pratiquée dans les eſtimations generales, deſ-» quelles il faudra tirer des abregés, dont un article comprendra la » dépenſe d'une piece entiere en cette maniere.

Pour la façon de la demi-Lune ordonnée entre les Baſtions N *&* O, *toute dépenſe payée, la ſomme de* . . . . . 10112 l. 6 f. 8 d.

» Il ne ſera pas néceſſaire d'en faire d'autre détail ; puiſqu'il aura » été fait dans l'eſtimation générale à laquelle il faudra avoir recours » pour plus grand éclairciſſement, & c'eſt de cet extrait ou abregé » qu'il faudra tous les ans tirer les projets de dépenſes. Voilà à peu » près quel en ſera le formulaire.

Abregé de dépenſe reſtante à faire pour mettre les Fortifications de la Ville en leur entiere perfection.

Pour la façon d'une demi-Lune de terre ordonnée entre les Baſtions de France & de Bourgogne toute dépenſe payée, la ſomme de . 12000 l.

Pour celle du reduit du Corps de Garde de ladite demi-Lune la ſomme de . . . . . 2500 *l.*
Pour achever le nettoyement des Foſſez de la Place . 6000
Pour la façon d'une Ecluſe au bas du chemin couvert la ſomme de 8400
Pour ſix miliers de paliſſades. . . . 3000
Aplaniſſemens des Monticules, Cavins & comblemens de Foſſez, 4500
Réparations des chemins couverts 4200
La façon & fourniture de ſix Plate-formes ſur les batteries à barbettes du Baſtion G 1200
Il eſt dû à l'Entrepreneur ſur les Ouvrages de l'année paſſée la ſomme de 1500
Frais imprévus, journées & accidens ſurvenus dans le cours du travail 2400

TOTAL *du contenu de cet abregé.* . . . 42700 *l.*

» C'eſt ainſi qu'il faudra faire les abregés, leſquels ne différeront » des Etats arrêtés des dépenſes annuelles que du titre ſeulement, » c'eſt dans cet abregé que le Miniſtre choiſira les articles pour » leſquels on veut faire fonds, enſuite dequoi on les ſépare de l'eſti- » mation pour en faire un autre à part qui ſera l'état de la dépenſe.

Depuis que M. le Maréchal de Vauban a donné les Reglemens que l'on vient de voir, les Ingenieurs s'y ſont conformés à peu de choſes près. Il y a pourtant des Directions où on ne ſuit pas tout-à-fait le même arrangement, & c'eſt pour ne point adopter ce qui ſe fait dans l'une plûtôt que dans l'autre que j'ai raporté à la lettre les inſtructions de M. de Vauban, préférablement à celles que j'aurois pû prendre ailleurs; au reſte il n'y a perſonne qui ne ſe mette en très-peu de tems au fait de toutes ces minuties, puiſqu'il ſuffira de lire ou de copier les Etats & Memoires qui ſe font dans les places pendant le cours d'une année, je les aurois même ſuprimés ſi les moindres choſes ne méritoient toujours attention quand on ne les ſait pas, il eſt vrai que des petits détails trop répetés ennuyent les habiles gens, qui ne trouvent rien que d'inſipide; mais je les prie de conſiderer qu'un Livre comme celui-ci, n'eſt pas fait pour eux.

Fin du troiſiéme Livre.

LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE QUATRIE'ME.

Qui traite de la Conſtruction des Edifices Militaires & civils.

'ON vient d'enſeigner dans le Livre précédent la Conſtruction des gros Ouvrages de Fortification, avec tous les détails auſquels il falloit avoir égard, on trouvera dans celui-ci les Edifices qui ſe font aux Places de Guerre, leur proprieté, la maniere de les bâtir ſolidement, & une ſuite de nouveaux détails qui plairont peut-être à ceux qui ont interêt de ſe les rendre familiers, & comme l'experience dans l'art de bâtir, eſt la regle que l'on peut ſuivre avec plus d'aſſurance, principalement quand on n'a qu'à imiter les ouvrages, qui ont déja été executés avec ſuc-

cés, j'ai crû que le parti le plus sûr étoit de raporter exactement les plans, profils & élevations, des édifices les plus aprouvés, qui ont été faits dans les places neuves : car comme ceux qui en ont donné les projets, peuvent passer avec raison pour les maîtres de l'art, il est à presumer qu'ils ont fait ce qui se pouvoit de mieux, & qu'on ne peut s'écarter en suivant leurs modeles, laissant à la prudence de ceux qui les feront construire, de faire les changemens qu'ils jugerons à propos.

Comme la Maçonnerie à été expliquée assez amplement dans le troisiéme Livre, je ne m'y arrêterai guére dans celui-ci, parce que l'on trouvera dans le sixiéme, des devis qui ne laisseront rien à desirer pour la construction des ouvrages, qui demandent d'être travaillés avec soin, & je ferai ensorte que toutes les matieres soient si bien liées, que sans faire des repetitions inutiles, l'on puisse trouver dans une partie, ce qui semble manquer à l'autre, n'ayant pas fait mention jusqu'ici, des qualités du bois qui s'employe dans la charpente, des précautions qu'il faut prendre pour le mettre en œuvre & comme on peut en estimer la force ou la resistance ; je commencerai d'abord par examiner toutes ces choses, ensuite j'en userai de même pour le fer ; puisque ces deux matieres après la maçonnerie, sont ce qu'il y a de plus essentiel dans la construction des édifices : enfin je finirai ce quatriéme Livre par les maximes générales que l'on doit suivre dans l'Architecture civile, pour de-là passer au cinquiéme, où l'on trouvera tout ce qui peut apartenir à la décoration des mêmes édifices, afin d'être également instruit du solide & de l'agreable.

CHAPITRE PREMIER.

Des qualités du bois qui entre dans la charpente.

LE meilleur bois qu'on puisse employer dans les édifices, est celui de chêne ; parce qu'étant fort dur, il resiste mieux que tout autre au fardeau, & se conserve plus long-tems en bon état, n'étant point si sujet à se pourrir par l'humidité ; il se conserve même dans l'eau des tems infinis, où il acquiert une si grande dureté qu'il n'est presque pas possible de le travailler avec les outils ; c'est ce que l'on a remarqué plusieurs fois, aux pilots que l'on

a trouvé ſous de vieilles demolitions des ouvrages bâtis par les Romains.

Autrefois l'on ſe ſervoit de chataignier, dans les édifices conſiderables, parce que l'on ignoroit la bonté du chêne, mais l'on eſt revenu de cette erreur, depuis environ 150 ans, parce que le chataignier eſt ſujet à ſe fendre, & à ſe pourrir, quand il eſt aſſis dans la maçonnerie, comme il arrive aux extremités des poutres, qui ſont dans les pignons, ce qui oblige par la ſuite à en mettre des nouvelles, au lieu que celles de chêne ſe conſervent en bon état, des ſept ou huit cens ans, quand on a pris avant de les couper dans les forêts, toutes les précautions, dont nous parletons dans la ſuite.

L'orme eſt auſſi un bon bois; mais on s'en ſert rarement pour la charpente, parce que n'étant pas commun, on aime mieux le garder pour d'autres uſages; on en fait des verrains, des moyeux, des jantes de roues, ſoit de moulin ou de voiture, parce qu'il ſe travaille bien, étant liant & point ſujet à s'éclater, ce qui fait qu'on l'employe préferablement à tout autre, dans l'artillerie, pour la conſtruction des affuts.

Le ſapin eſt auſſi d'uſage dans les édifices, quand on eſt à portée d'en avoir à juſte prix, pour des ſoliveaux & des planchers, on en diſtingue de deux ſortes, le ſapin ordinaire & le ſapin rouge, ce dernier eſt le meilleur, parce qu'il ne ſe caſſe pas ſi aiſément que l'autre; on s'en ſert aſſez ſouvent pour des palplanches, dans la conſtruction des Ecluſes, & pour les petits grillages qui ſont au-deſſus des faſcinages des jettées, ſe conſervant bien dans l'eau, cependant il n'eſt pas trop bon pour les bâtimens, parce qu'il eſt ſujet à s'échauffer, & à engendrer des vers qui le gâtent.

Je paſſe ſous ſilence, pluſieurs autres eſpeces de bois, dont on ne ſe ſert point ordinairement pour la charpente, ſoit que les uns n'y conviennent point à cauſe de leurs mauvaiſes qualités, ou que les autres ſoient rares, & d'un prix qui les fait reſerver pour des meubles ou d'autres emplois qui n'ont point de raport à mon ſujet.

Les arbres de quelque eſpece qu'ils ſoient, participent toûjours de la nature du terrain ou ils ſont crûs, ceux qui viennent dans un lieu aride, pierreux ou ſablonneux, ſont ordinairement durs & d'un fort bon emploi, au contraire s'ils ſont venus dans un lieu bas & aquatique, ils ne ſont pas d'une auſſi bonne qualité, étant plus tendres, & moins propres à ſoutenir de grands fardeaux; mais en recompenſe ils ſe travaillent mieux pour les ouvrages de menuiſerie, au lieu que les autres par leur dureté, ſont rebelles aux outils;

ceux qui viennent du côté du midi, ſont meilleurs que ceux du côté du couchant; le ſoleil contribuant beaucoup à les rendre plus durs, plus hauts & plus gros; d'ailleurs ils n'ont que très peu d'aubier, qui eſt une partie de l'arbre immediatement ſous l'écorce, plus tendre que le reſte, qu'on peut regarder comme la matiere dont l'arbre s'eſt augmenté depuis peu de tems, parce que tous les ans, la feve commence au printems à former un nouvel aubier, qui va toûjours en croiſſant juſqu'à la chûte des feüilles, & ſe durcit enſuite pendant l'hiver, pour ſe joindre au corps de l'arbre, parce qu'alors le froid fait referrer les pores, qui ne recevant plus le ſuc qui s'y introduiſoit, l'arbre reſte comme s'il étoit mort; mais quand la terre vient à s'échaufer au printems, la nature forme encore un nouvel aubier, & tous les ans il arrive la même choſe, juſqu'à ce qu'il commence à déperir par la vieilleſſe.

Il eſt encore à remarquer, que les arbres qui croiſſent éloignés les uns des autres, & qui ſont battus par les vents, comme ſont ceux qui viennent ſur la rive ou le bord des forêts, ſont ordinairement plus durs & plus forts que les autres, qui viennent dans des lieux ferrés, où les vents ne penetrent point, les premiers reſſemblans aux hommes qui ſe fortifient par l'éxercice & le travail; quant à la qualité des arbres en general, les meilleurs ſont ceux qui ſont bien ſains, qui ont un droit fil, qui ne ſont point roullés, rabougris, ni geliſſes, & qui n'ont ni fentes ni gerſures.

L'on peut abattre le chêne depuis 60 juſqu'à 200 ans, parce que devant qu'il ait 60 ans il eſt trop jeune, & n'a point aſſez de force, & qu'après 200 ans, il deperit & ne ſe conſerve pas ſi longtems étant employé; l'âge le plus convenable pour le couper dans toute ſa force, eſt autour de 100 ans.

On dit communement que le bois croît pendant 100 ans, s'entretient 100 ans, & enſuite eſt 100 ans à deperir; il eſt vrai qu'au bout de 200 ans, un arbre deperit; mais c'eſt une erreur de croire qu'après 100 ans, il reſte 100 autres années dans une eſpece d'inaction, puiſque tandis qu'on s'imagine qu'il ne fait que s'entretenir, il augmente en groſſeur juſqu'à 160 & 180 ans, comme il eſt aiſé de s'en apercevoir quand il eſt abattu; il eſt bien vrai qu'après 100 ans un arbre n'augmente plus gueres en hauteur; mais cela ne l'empêche pas de groſſir, puiſqu'il prend encore de la nourriture; car tout bois qui porte des feüilles, a de la féve, & tout ce qui a de la ſéve doit profiter, au lieu que ſi la croiſſance d'un arbre ne duroit que pendant un ſiécle, il ne marqueroit plus après ce tems aucune nouvelle augmentation, ce qui eſt contraire à l'experience.

Si l'on veut ſavoir quel âge a un bois taillis ou futaye, on n'a qu'à le couper par le pied, & on apercevra un nombre de circonferences preſque concentriques, qui vont comme en progreſſion depuis le centre de l'arbre juſqu'à l'écorce, qui marquent aſſez diſtinctement le nombre des croiſſances, & par conſequent celui des années.

Le tems le plus propre pour abattre les arbres, eſt depuis le mois d'Octobre juſqu'au comencement de Mars; parce qu'alors la ſéve n'eſt gueres en action, & les pores ſont plus reſerrés. L'on obſerve auſſi d'en faire la coupe dans le dernier quartier de la Lune, parce qu'on prétend qu'il y a plus ou moins d'humidité dans les pores, ſelon que la lune croît ou decline; la maniere de les couper quand on veut prendre toutes les meſures neceſſaires, eſt de les cerner par le pied, juſqu'à la moitié du cœur, & les laiſſer ainſi quelque tems, afin que la ſéve coulant par cette enraille au travers de l'aubier, ne ſe corrompe point dans le bois.

Comme tous les jours on achette des bois abattus, il faut pour ne pas y être trompé, les ſonder auparavant, afin que s'ils péchent en quelque choſe, on puiſſe au moins en faire l'uſage qui leur eſt le plus naturel, pour cela on répand dans un des bouts de l'arbre un peu d'huile d'olive bien chaude, pour connoître ce qu'il eſt; car s'il eſt venu dans un fonds marecageux, le ſel de l'arbre étant acre, l'huile greſillera en la jettant; s'il eſt venu dans un terrain doux, & qu'il ait été coupé en tems de ſéve, l'huile ne s'imbibera pas entierement par tout, il en reſtera vers les bords; au contraire s'il eſt crû dans un lieu ſec, & qu'il ait été coupé dans le tems que la ſéve eſt amortie, l'huile s'imbibera toute entiere, & ſe ſéchera ſur le champ: prevenu de cela, il faudra prendre garde de ne point employer celui qui ſera crû dans un lieu marecageux, aux endroits humides ou expoſés à la pluye, parce qu'il s'y pourriroit en peu de tems; il eſt également dangereux de le mettre où il regne un grand ſoleil; car la chaleur ſurprenant l'humidité dont il eſt rempli, l'ouvre & le fait fendre, comme on le remarque tous les jours, non ſeulement aux ouvrages de charpente, qui ſont expoſés à l'air, mais même à ceux qui ſont à couvert. Quand on en veut témoigner quelque mécontentement aux Entrepreneurs ou aux Charpentiers, ils répondent que c'eſt un effet de la force du bois; & ſoit par ignorance ou par malice, ils ſe tirent d'affaire avec ce ſot raiſonnement. Cependant comme l'on eſt ſouvent contraint d'employer des bois de bonne & mauvaiſe qualité; il faudra choiſir le meilleur, c'eſt-à-dire, le moins humi-

de, pour le placer dans les lieux les plus conſiderables de l'édifice; & l'autre aux endroits de peu de conſequence, faiſant attention que les gros bois étant vitieux, ſont plus ſujets à ſe fendre & à éclater que les plus menus, il eſt à propos de ne faire les poutres qu'avec ce qu'on aura de meilleur; afin que par la ſuite, ſi on eſt contraint de renouveller quelque piece de Charpente, on ne ſoit pas obligé à une grande dépenſe, & à un travail conſiderable.

Il arrive ſouvent qu'une piece de bois après avoir été équarrie, paroît bien ſaine, tandis que le cœur en eſt gâté; pour ne pas y être trompé, il faut faire donner des coups de marteau à l'un des bouts, & porter l'oreille à l'autre, ſi on entend un bruit ſourd & caſſé, c'eſt une marque que la piece eſt gâtée, au contraire ſi le ſon eſt clair, c'eſt une preuve qu'elle eſt bonne.

J'ai encore à faire remarquer, que quand on peut garder à couvert quelque tems, les bois avant de les debiter, ils en ſont d'un bien meilleur uſage, parce que s'ils ſont crus dans un endroit humide, ils ſont moins ſujets à ſe dejetter & à ſe fendre; ainſi je voudrois qu'on les gardât au moins deux ans, pour qu'ils ayent le tems de s'affermir & de ſe conſolider: s'il s'agit des ouvrages de menuiſerie, il faudra les garder bien davantage; puiſque quand on ne les employeroit qu'au bout de cinq ou ſix ans, l'ouvrage n'en ſeroit que meilleur.

Une précaution encore très-neceſſaire dans l'uſage journalier des bois, eſt de ne les employer qu'après en avoir detaché l'aubier; car pour peu qu'il en reſte dans les flages, après même qu'ils ont été équarris, il eſt certain qu'il en occaſionnera la pourriture ou qu'il s'y engendrera des vers.

D'habiles gens prétendent, que les vers qui s'engendrent dans le bois, ne viennent point de la ſubſtance du bois même; mais que ce ſont des œufs que les vers depoſent dans la terre, que la ſéve introduit dans les pores, où venant à éclore après un certain tems, produiſent les vers que l'on y voit quand il eſt ſec. Le rapport qu'il y a de cette hypotheſe, avec ce que l'on obſerve tous les jours, la rend aſſez plauſible; car les bois qui ſont ſujets à être vermoulus, commencent à ſe gâter par l'aubier, quand on y en a laiſſé en les équarriſſant, & plus l'aubier eſt conſiderable, & plus les vers y croiſſent en abondance; & comme les bois qui ont beaucoup d'aubier, viennent ordinairement dans des lieux humides, où les vers ſont en plus grand nombre que dans le terein ſec; il n'eſt donc pas ſurprenant qu'ils ſoient plus ſujets à cet inconvenient que les autres.

D'autres attribuent cette croiſſance des vers dans le bois, à une cauſe differente : les mouches diſent-ils font des œufs ; ces œufs produiſent des vers, qui ſe nourriſſent & croiſſent. Or les mouches piquent le fruit qui leur convient, & y depoſent un œuf, qui forme le ver dont le fruit eſt mangé ; ainſi ne peut-il pas artiver qu'elles faſſent la même choſe dans les arbres, & dans les bois tendres, comme eſt celui qui croît dans les lieux humides, & dont l'aubier eſt aiſé à penetrer.

Le bois quoique bon, ſe gâte quelquefois, lors qu'étant roulé il a été mis en œuvre, ce qui ſe connoit par les rognes ou mouſſes qu'il jette en dehors, qui reſſemblent aſſez à des champignons ou à des mouſſerons.

Quand il eſt échauffé il eſt encore ſujet à un autre défaut, qui eſt de ſe couvrir par la ſuite de petites taches blanches, noires & rouſſes, ce qui le fait paroître pourri ; mais ce qu'il y a de ſurprenant, c'eſt qu'un bois tel ſain qu'il ſoit, apliqué contre un autre qui a les défauts dont nous venons de parler, participe lui même de ces défauts au bout d'un certain tems ; c'eſt pourquoi il faut prendre garde dans l'employ qu'on en fera, qu'il ne touche rien qui puiſſe l'endommager, faire même enſorte que les pieces conſiderables comme les poutres, ne touchent jamais le mortier ni le platre, parce que ces matieres les échauffent ; il ſeroit même à propos de laiſſer quelques petits trous dans les murs, à l'extremité des poutres, afin que l'air du dehors puiſſe les rafraîchir.

CHAPITRE SECOND.

Où l'on fait voir la maniere de calculer, ou d'eſtimer la force des principales pieces de Charpente qui s'employent dans les Bâtimens.

DEpuis que j'ai commencé à m'apliquer à l'Architecture, la maçonnerie & la charpente m'ont toujours paru dignes d'une étude particuliere ; & après m'être ſatisfait ſur la mécanique de la maçonnerie, j'ai conſideré qu'on n'avoit aucune regle pour déterminer la reſiſtance des pieces de charpente, qui ſont ſujettes à être chargées par des fardeaux conſiderables, & que par conſequent on ignoroit le poids que pouvoient porter les planchers des Arſenaux, ceux des Magaſins pour les vivres, &c. pour ne pas

aprehender de les rompre : puis qu'excepté Mr. Parent, qui a parlé de la reſiſtance des bois dans les Memoires de l'Academie Royale des Sciences, (mais d'une maniere un peu trop élegante pour être entendu de tout le monde,) je ne ſache perſonne qui en ait écrit ; car je compte pour rien les propoſitions que quelques Architectes ont données, pour les poutres & ſolives ſelon leur portée, ayant pour maxime de ne rien admettre, qui ne ſoit demontré ou au moins expliqué par un raiſonnement, qui faſſe valoir ce qu'on propoſe. Il ſeroit bien à ſouhaiter qu'on eût toûjours eu cette delicateſſe dans l'Architecture, elle ſeroit aujourd'hui à un point de perfection, auquel ſelon toute aparence, elle n'arrivera pas ſi-tôt, ſi on ne s'y prend pas autrement que l'on n'a fait juſqu'ici, je veux dire tant qu'elle ſera abandonnée au caprice de quiconque veut s'en mêler.

Comme il étoit neceſſaire de joindre à la theorie, des experiences ſur la force des bois qui ſont le plus en uſage dans les bâtimens ; j'en ai fait un grand nombre dont je raporterai le détail, parce qu'enſuite elles nous ſerviront à établir des regles generales, qu'il ſera aiſé d'apliquer dans toute ſorte de cas ; mais avant d'en venir là, il eſt à propos d'inſinuer quelques principes dont il eſt neceſſaire qu'on ſoit prevenu.

Principes ſur la reſiſtance du bois en general.

PLANCH. 12. FIG. 1. On ſupoſe qu'on a une Planche *EDFG*, poſée de cant ſur un point d'apui *K*, qui répond au milieu *A*, de la longueur, que cette planche eſt extrêmement mince, afin de faire abſtraction de ſon épaiſſeur, & qu'à chacune de ſes extrêmités *DE*, & *FG*, il y a une puiſſance qui agit de haut en bas pour la rompre : cela poſé il eſt conſtant que dès que les deux puiſſances apuyeront également, la planche commencera un peu à ſe courber ; parce que les fibres du milieu s'alongeront, les uns plus les autres moins, & ſeront tendus dans la proportion de leur diſtance du point d'apui. Or ſi l'on conçoit la ligne *BA*, ou *CA*, diviſée en un grand nombre de parties égales, & que chaque point de diviſion réponde à un fibre ; tous ces fibres ſeront en progreſſion arithmetique, puiſqu'ils compoſent enſemble les élemens d'un triangle : d'un autre côté nous avons deux leviers recourbés *CAG*, & *BAE*, qui ont le même point d'apui *K*, & s'il y a une puiſſance apliquée à chaque extrêmité des bras *AE*, & *AG*, comme nous l'avons ſupoſé, on pourra dire alors que les bras *AB*, & *AC*, répondent au fibre, ou premier lien *BC*, de même que les bras *HA*, & *IA*, répon-

Voyez le Cours de Mathématiq. art. 240.

dent

dent au fibre *HI*, & ainſi de tous les autres qui auront des bras de leviers plus ou moins grands, ſelon qu'ils ſeront éloignés du point d'apui; d'où il s'enſuit que les bras de leviers ſont en progreſſion arithmetique, de même que les fibres qui leur répondent, & que les progreſſions de part & d'autre vont ſe terminer à zero au point *A*; l'on peut donc dire à cauſe des triangles ſemblables, que le produit du bras de levier *AB*, par le fibre *BC*, ſera à celui du bras de levier *AH*, par le fibre *HI*, comme le quarré de *AB*, eſt au quarré de *AH*, & que par conſéquent l'effort de tous les fibres, relativement à leurs bras de leviers, diminuent en venant vers le point d'apui, dans la raiſon des quarrés, des termes d'une progreſſion arithmetique; ainſi l'effort de tous les fibres étant répandu dans le triangle *ABC*, ne ſera que le tiers de ce qu'il ſeroit, s'il étoit réuni aux extrêmités *B*, & *C*, des bras de leviers *AB*, & *AC*; puiſque la ſomme de tous les quarrés de la progreſſion, ne vaut que le tiers du produit du plus grand quarré, par la grandeur qui exprime la quantité des mêmes quarrés; c'eſt pourquoi dans la ſuite on pourra ſans difficulté, ſupoſer que la force de tous les fibres, eſt réunie à l'extremité du bras de levier, qui répond à la puiſſance reſiſtante, quand au lieu d'admettre cette puiſſance telle qu'elle eſt effectivement on n'en ſupoſera que le tiers. V. le C. art. 366.

Preſentement pour juger de la force du bois, commençons par examiner ce qui lui arrive quand il vient à ſe rompte; ainſi imaginons que l'on a poſé une poutre ou ſolive *AC*, ſur deux apuis, il eſt conſtant que ſi on la charge dans ſon milieu d'un poids conſiderable, la face ſuperieure ſortira de l'allignement horiſontal, pour former un angle qui ſera d'abord un peu curviligne, & qui deviendra toûjours plus ſenſible, à meſure que le poids exercera davantage ſa péſanteur, juſqu'à ce que les deux moitiés *BA*, & *BC*, ſe ſéparent dans le moment que la ſolive ſe rompra. Or remarquez qu'au commencement les fibres qui ſont le long de la ligne *EF*, dans la face ſuperieure, paroîtront ſe ſerrer, pendant que ceux qui ſont opoſés dans la face inferieure, s'allongeront & commenceront à ſe ſéparer: ainſi quand la force qui les uniſſoit devient inferieure à la puiſſance qui agit, ils rompent tous preſque dans le même inſtant, mais avant cela ils ſe ſont trouvés d'autant plus tendus les uns que les autres, qu'ils étoient plus éloignés de la ligne *EF*, que l'on peut regarder comme le point d'apui, commun aux deux leviers recourbés *HEA*, & *GEC*, car tout ce que nous avons vû ci-devant ſe trouve dans la deuxiéme figure; la difference eſt ſeulement, que la ſolive ayant une épaiſſeur déterminée FIG. 2.

EF, tous les fibres que le poids aura à vaincre, ſeront exprimés enſemble par la ſuperficie du plan *GEFI*, ou ſi l'on veut par la baſe de la poutre, & alors tous ces fibres pourront être regardés comme une quantité de plans extrêmement minces, poſés les uns ſur les autres, dont la largeur eſt toûjours égale à *EF*, & comme la reſiſtance de chacun dépend encore de l'éloignement où il ſera du point d'apui, par raport au bras de levier qui lui répond, il s'enſuit que pour reduire tous ces plans ou fibres à n'avoir qu'un bras de levier commun, il faudra que ce bras de levier ne ſoit que le tiers de la ligne *EG*, ou bien ſi l'on veut les réunir le long de la ligne *GI*, ou ſeulement au point *G*, extrêmité du bras de levier *EG*, il faudra ne prendre que le tiers du plan *GBFI*; on peut donc dire que la reſiſtance de cette ſolive peut être exprimée par le produit de la ligne *EG*, & du tiers de la baſe *GEFI*.

Pour rapporter cette théorie à quelque notion connuë, remarqués que plus une piece de bois a de longueur, plus la puiſſance a de facilité à la rompre; la raiſon eſt ſans doute qu'ayant un plus grand bras de levier, cette puiſſance doit avoir néceſſairement plus d'avantage, ſi on n'a rien changé aux dimenſions de la baſe, car ſi le plan *CEFI*, demeure le même, la reſiſtance ou la force de la ſolive ſera toûjours exprimée par le même produit, au lieu que ſi on double la longueur de la ſolive, il ne faudra à la puiſſance que la moitié de la force dont elle avoit beſoin auparavant pour la rompre.

Si ſans toucher à la longueur de la ſolive, ni à l'épaiſſeur horiſontale, *GI*, on doubloit la hauteur *EG*, ſa reſiſtance ſeroit quadruple de ce qu'elle étoit auparavant, puiſque le bras de levier *EG*, ſe trouveroit doublé auſſi bien que le nombre de fibres, c'eſt-à-dire le plan *GEFI*, d'où il s'enſuit, que de deux ſolives ou deux poutres d'un même bois, d'égale longueur & épaiſſeur; la premiere aura quatre fois plus de force que la ſeconde, ſi la hauteur verticale de la premiere eſt double de celle de la ſeconde, & qu'en général la reſiſtance des poutres d'une même longueur, ſont dans la raiſon des produits du tiers de leur baſe par leur haureur, verticale : mais comme ces deux produits auront toûjours le même raFIG. 3. & 4. port, ſoit qu'on les laiſſe tels qu'ils ſont, ou qu'on les multiplie l'un & l'autre par trois, il eſt bien plus commode de dire qu'ayant deux poutres de même longueur *AB*, & *EF*, leur reſiſtance ſera dans la raiſon du produit de leurs plans *CD*, & *GH*, par leur épaiſſeur verticale *CB*, & *GF*, ou ce qui vaut mieux encore, *comme le produit du quarré de la hauteur verticale CB, de l'une multipliée par*

ſon épaiſſeur BD, eſt au produit du quarré de la hauteur verticale GF, de l'autre par ſon épaiſſeur horiſontale *FH.* Il faut s'attacher à bien entendre cette derniere maniere de conſiderer le raport de la reſiſtance des poutres ou ſolives, parce que c'eſt la ſeule dont nous ferons mention par la ſuite, comme la plus ſimple & la plus claire.

Mais ſi on avoit deux poutres comme *IK*, *NO*, dont les longueurs fuſſent inégales, auſſi bien que les dimenſions de leurs baſes, & qu'on voulut ſavoir la force de ces poutres poſées ſur les côtés *LM*, & *PQ*, il faut multiplier le quarré de la hauteur *KL*, de la premiere, par la largeur *LM*, de ſa baſe, & diviſer le produit par la longueur *IK*; de même on multipliera le quarré de la hauteur verticale *OP*, de la ſeconde poutre, par l'épaiſſeur *PQ*, de ſa baſe, & l'on diviſera le produit par la longueur *NO*; ſi l'on compare enſuite ces deux quotiens, leur raport ſera égal à celui de la force ou de la reſiſtance des deux poutres, de ſorte que ſi par exemple la hauteur *KL*, étoit de 12 pouces, la largeur *LM*, de 8 & la longueur *IK*, de 36 pieds, multipliant le quarré de 12 qui eſt 144 par 8, le produit ſera 1152, qui étant diviſé par 36, il vient 32 : de même ſupoſant *OP*, de 14 pouces, *PQ*, de 10, & la longueur *NO*, de 24 pieds, le quarré de *OP*, ſera de 196 & ſon produit par *PQ*, 1860 qui étant diviſé par 24 donne 81 deux tiers; ainſi la force de la poutre *IK*, ſera à celle de la poutre *NO*, comme 32 eſt a 81 deux tiers; la raiſon de cette regle ſe fait aſſez ſentir, ſans qu'il ſoit beſoin que je l'explique, puiſqu'il ſaute aux yeux, que plus une poutre eſt longue, moins elle a de force; & que par conſéquent ſi l'on prend la longueur pour diviſer la quantité qui exprime ſa reſiſtance, c'eſt-à-dire le produit du quarré de ſa hauteur, par la longueur de ſa baſe, le quotient ſera d'autant plus petit que le diviſeur ſera grand. FIG. 5. & 6.

Etant prévenu que l'épaiſſeur verticale d'une poutre, exprime le bras de levier qui répond à la puiſſance reſiſtante, l'on voit que plus cette hauteur ſera grande, plus la poutre aura de force, & par conſéquent une même poutre poſée de cant, je veux dire ſur le plus petit côté de ſa baſe, reſiſtera davantage que poſée ſur le plat, dans la raiſon que la premiere ſituation lui donnera une plus grande hauteur que la ſeconde; par exemple, une poutre qui auroit 8 pieds ſur 16 aura deux fois plus de force poſée de cant, que ſi elle étoit poſée de plat, ainſi deux poutres d'une longueur égale & dont les baſes ſeroient auſſi égales, peuvent avoir des reſiſtances differentes à l'infini, puiſque ſi l'on ſupoſe la hauteur de la baſe de l'une infiniment grande, & ſa largeur infiniment petite, tandis que les dimenſions de la baſe de l'autre poutre demeure-

roient les mêmes, la réſiſtance de la premiere poſée de cant, ſeroit infiniment plus grande que celle de la ſeconde, quoique leur ſolidité ou leur maſſe fût égale : mais comme ces ſortes de ſupoſitions ne peuvent avoir lieu dans la pratique, parce qu'il faut pour la liaiſon d'un bâtiment, que les poutres ayent une certaine aſſiéte, & une hauteur renfermée dans un juſte milieu, il ſuffit de ſavoir qu'après avoir donné à une poutre une aſſiéte convenable, on ne ſauroit lui donner trop d'épaiſſeur verticale pour la rendre capable de porter de grands fardeaux.

Dans ce que nous venons de dire, on a ſupoſé que les poutres avoient des baſes rectangulaires; mais ſi ces baſes étoient circulaires, les mêmes choſes n'en ſubſiſteroient pas moins, les diamêtres des cercles repreſenteront toûjours les bras de leviers, qui répondent aux puiſſances réſiſtantes, & leur ſuperficie le plan des fibres que les puiſſances agiſſantes auront à vaincre.

Les Entrepreneurs & les Marchands de bois étant payés au cent de ſolives, font enſorte d'en multiplier le nombre le plus qu'il leur eſt poſſible; c'eſt pourquoi ils débitent les poutres & les autres groſſes piéces quarrément, parce que le quarré eſt le plus grand de tous les rectangles qu'on peut inſcrire dans le cercle d'un arbre, cependant ſelon ce qu'on vient de voir, une poutre qui auroit 10 ſur 14, eſt préferable à une autre d'une même longueur qui auroit 12 ſur 12, la premiere contenant moins de ſolives que la ſeconde, & étant en même tems plus forte; le raport de leur prix étant comme 140 à 144, tandis que celui de leur force eſt comme 245 à 216, qui ſont deux avantages conſidérables, & l'experience qui prévient aſſez ſouvent la Théorie, a fait apercevoir depuis long-tems que les dimenſions qu'il convenoit mieux de donner à la baſe d'une poutre, devoient être dans le raport de 5 à 7, ou ce qui revient à peu-près au même, faire enſorte que le quarré de la hauteur verticale ſoit double du quarré de l'épaiſſeur horiſontale, puiſque le quarré de 7 qui eſt 49 eſt à une unité près, double du quarré de 5 qui eſt 25. Auſſi Mr Parent a démontré que la baſe de la plus forte poutre qu'on pouvoit tirer du cercle d'un arbre, étoit effectivement celle dont le quarré du plus grand côté ſeroit double du quarré du plus petit, & en ſuivant ſon principe, voici une maniere bien aiſée de tracer dans le cercle d'un arbre la baſe qu'il faut donner à la plus forte poutre qu'on peut tirer du même arbre.

FIG. 9. Il faut diviſer le diamêtre *AB*, de l'arbre en trois parties égales aux points *C* & *D*, abaiſſer la perpendiculaire *DE*, au-deſſous du diamêtre & élever la perpendiculaire *CF* au-deſſus, & tracer le rec-

tangle *AEBF*, qui ſera celui que l'on demande, puiſqu'il eſt aiſé de prouver que le quarré du côté *FB* eſt double du quarré de l'autre côté *FA*, comme on le va voir.

Si l'on nomme *a*; chaque partie égale du diamêtre, *CB* ſera *2a*; comme le rectangle de *AC*, par *CB*, eſt égal au quarré de *CF*, ce quarré vaudra donc *2aa*, par conſéquent l'on aura $\overline{AC}^2 + \overline{CF}^2$, $(aa + 2aa) = \overline{AF}^2$ $(3aa)$ de même l'on aura encore $\overline{CB}^2 + \overline{CF}^2$, $(4aa + 2aa) = \overline{FB}^2$ $(6aa)$ qui montre que le quarré *FB*, eſt double du quarré de *FA*. Les poutres étant les piéces les plus eſſentielles de la charpente, je m'y arrêterai préferablement aux autres, & comme il arrive preſque toûjours que leurs extrêmités ſont engagées dans l'épaiſſeur des murs & non pas ſimplement poſées ſur des apuis, comme on l'a vû ci-devant, il eſt neceſſaire de s'attacher à ce qui eſt le plus d'uſage & par conſéquent à ce qui peut arriver aux poutres lorſqu'étant employées dans des bâtimens, on les charge de quelque poids conſidérable; mais afin de rendre ce que j'ai à dire plus intelligible, je commencerai à conſidérer une ſolive ou poutre poſée horiſontalement de façon qu'une de ſes extrêmités ſoit engagée dans un mur & que l'autre porte à faux, c'eſt-à-dire reſte en l'air ſans être ſoutenuë, ainſi voyez la muraille *AB*, dont l'épaiſſeur ſera par exemple de deux pieds & demi, on ſupoſe que l'extrêmité d'une poutre eſt engagée dans cette muraille & bien ſerrée de tout côté, enſorte que la partie *EK* qui eſt en dehors ſe ſoûtiendroit d'elle même horiſontalement ſi aucune force étrangere n'y touchoit, (parce que l'on fait abſtraction de ſon propre poids.) Cependant ſi à l'extrêmité *K* on ſuſpendoit un poids *M* aſſez conſidérable pour faire plier la poutre, d'abord elle commencera à ſe courber & fera effort à l'autre extrêmité pour ſortir du mur; mais comme elle y eſt ſi bien arrêtée que le bout enfermé ne peut abſolument bouger, toute la violence que l'on fera à cette poutre ſe terminera à l'endroit *DCHF*, de la ſurface, les fibres qui touchent la ligne *HC*, s'allongeront à meſure que l'on augmentera la péſanteur du poids *M*, & il y aura un inſtant où ceux qui ſont hors du mur, ſe détacheront d'avec ceux qui ſont dedans, & alors l'équilibre étant rompu, le poids *M*, emportera la poutre, & pendant que cet effort ſe fera, la ligne *FD*, qui repreſente le bord du trou de la muraille ſoûtiendra toute l'action du poids & ſera par conſéquent le point d'apui, lequel répond à un lévier recourbé *EDL* qui ſera ſi l'on veut formé par deux plans *GDEF* & *IDLN*. Or comme le plan *DEGF*, comprend tous les FIG. 11.

fibres qui doivent être rompus, ſi l'on ſupoſe comme ci-devant que leur réſiſtance ſoit réünie le long de la ligne *EG* & même au point *E*, l'on pourra concevoir que la puiſſance réſiſtante, c'eſt-à-dire la force du bois eſt apliquée à l'extrêmité du bras *DE* du lévier *EDL*, tandis que la puiſſance agiſſante eſt à l'autre extrêmité *L*, du bras *DL*, & que par conſéquent ceci retombe dans tout ce que nous avons dit au ſujet d'une poutre qui ayant ſes extrêmités poſées ſur deux apuis, tend à être rompuë dans le milieu par l'action d'un poids qui ſeroit poſé deſſus ou ſuſpendu.

FIG. 7. Si l'on imagine preſentement une poutre engagée par ſes extrêmités, dans deux murs *AB* & *CD*, qu'on ſupoſe paralelles, je dis que ſi l'on charge le milieu de cette poutre d'un poids conſiderable, elle ſe caſſera en trois endroits, dans le milieu & aux deux extrêmités, ce qui ne peut arriver autrement, ſi l'on fait attention que quand la poutre commence à faire un angle dans le milieu, elle ne peut quitter la ligne horiſontale *EF* ſans que chaque extrêmité ne faſſe effort pour ſe rompre; car tout ce que nous avons aperçû dans la 2e & la 11e figure, ſe trouve réüni ici, puiſque pour la rupture qui doit ſe faire dans le milieu, nous avons les deux léviers recourbés *IGM* & *HGP*, & pour celle des extrêmités l'on a auſſi les deux autres léviers *PQH* & *MNI*, par conſéquent le poids qui ſeroit dans le milieu exercera l'action de ſa peſanteur en trois endroits à la fois; puiſque d'abord les fibres qui uniſſoient les points *H* & *I*, étoient tendus auſſi fort que ceux qui uniſſoient d'une part les points *M* & *F*, & de l'autre les points *E* & *P*; ainſi quand ceux du milieu commencent à ſe rompre, il s'en détache à chaque extrêmité un même nombre & dans le même tems. On peut donc conclure qu'une poutre dont les extrêmités ſont bien engagées & ſerrées dans des murs, étant chargée d'un poids conſiderable dans ſon milieu, ce poids exerce un tiers de ſa péſanteur à chaque endroit qui tend à ſe caſſer, & que par conſéquent on ne ſauroit trop prendre de précautions dans la conſtruction des bâtimens pour bien engager & ſerrer les extrêmités des poûtres, parce qu'elles en ſont beaucoup plus fortes & qu'on prévient par là les accidens qui arrivent ſouvent faute de bien connoître la conſéquence des ſuites dans leſquelles on ne manque pas de tomber quand on travaille ſans raiſonner.

L'on dira peut être qu'on a peine à s'imaginer qu'une poutre qui eſt retenuë par les deux bouts, comme elles le ſont ordinairement, puiſſe ſe rompre à l'endroit des apuis, puiſque cela eſt contraire à l'experience qui montre que cette rupture ſe fait toûjours dans le milieu. Il eſt vrai que cela arrive ſouvent; mais c'eſt par une cauſe

qui n'a rien de commun avec ce que l'on vient d'inſinuer, puiſque ſi l'on y fait attention, l'on verra que quand les poutres ſe courbent dans le milieu, ou ſont prêtes à ſe rompre, leur extrêmités ſont ſorties de leur ſituation naturelle, c'eſt-à-dire qu'elles ont un peu chariées; ce qui provient d'ordinaire de ce que la maçonnerie qui eſt au-deſſus s'eſt degradée, ne ſerre pas la poutre & leur laiſſe aſſez de jeu pour n'être pas contre-peſée par le poids qui la maintenoit fixe, ou bien on employe des poutres trop courtes qui n'étant engagées dans le mur que de 5 ou 6 pouces, il n'y en a point une aſſez grande partie d'embraſſée pour qu'elle pût être ſerrée comme il faut & c'eſt en quelque maniere pour ce ſujet qu'on les retient toûjours par des ancres; mais qui ſont foibles ou mal acrochées & qui ne peuvent jamais faire le même effet que ſi la poutre repoſoit ſur toute l'épaiſſeur du mur, parce que ces ancres ſe plient & ſuivent la poutre dans la ſituation qu'elle eſt contrainte de prendre.

Les principes que je viens d'établir quoique très-évidens, ſeront ſans doute reçûs encore avec plus de confiance, ſi je montre que les experiences que j'ai faites ſur la force du bois, ſont parfaitement d'accord avec notre théorie; & ce qui m'a le plus ſatisfait dans ces experiences, c'eſt de voir qu'elles ſe rencontroient aſſez bien avec celles de Mr Parent; mais ſur leſquelles je n'ai pas voulu compter que je ne viſſe par moi-même ce qui en étoit: or pour qu'on puiſſe en tirer toute l'utilité qu'on a lieu d'en eſperer on en va voir le détail dans le Chapitre ſuivant, qui pourroit être juſtifié par 20 ou 25 Officiers d'Artillerie de l'Ecole de la Fere, qui ſe ſont rendus à l'Arſenal de la même place pour ſe convaincre de ce qu'ils m'avoient entendu dire ſur la force du bois dans l'Ecole de Mathematique.

CHAPITRE TROISIE'ME.

Où l'on raporte pluſieurs experiences faites ſur la force du bois, que l'on applique enſuite à l'uſage qu'on en peut faire dans la Conſtruction des Edifices.

POUR exécuter les mêmes experiences de differente maniere, j'ai fait faire un nombre de petites Solives bien équarries & toutes de bois de chêne paſſablement bon, plus ſec que vert, à peu-

près de même qualité & coupées de façon que le fil du bois ſe trouvat toûjours dans le même ſens par raport à la ſituation où il devoit être poſé.

On s'eſt ſervi de deux chevalets pour tenir lieu d'apui, & l'on en a percé la tête afin d'y paſſer des valets de fer pour ſerrer les ſolives par les deux bouts quand on le jugeroit à propos, & comme dans un Arſenal tel que celui de la Fere, il y a un grand nombre de poids de toute ſorte de péſanteur & des machines pour les élever, j'ai été à portée de faire pluſieurs de mes experiences en aſſez grand volume pour pouvoir ſervir de baſe aux conſequences que j'en tirerai à la fin de ce Chapitre. Comme il eſt difficile de rencontrer du bois dont les morceaux quoique tirés d'une même piece ſoient aſſez égaux en toutes choſes pour qu'il ne ſe rencontre pas de difference qui rendroit la plûpart des experiences équivoques ſi on n'y prenoit garde, j'ai repeté chaque experience trois fois avec des pieces de mêmes dimenſions, enſuite j'ai ajoûté enſemble les poids que chacune a portée, & le tiers de la ſomme m'a donné un nombre qui peut exprimer la force moyenne, & c'eſt ce nombre que l'on trouve à côté de l'accolade de chaque experience.

Il eſt bon que j'avertiſſe que quand je dirai qu'une Solive a tant de longueur, on doit entendre que cette longueur eſt compriſe entre les deux apuis, puiſqu'il n'eſt pas néceſſaire de faire mention des trois ou quatre pouces qu'on a donné de plus à leurs bouts pour repoſer ſur les apuis. J'ajoûterai auſſi qu'on n'a point eû égard à la péſanteur des Solives, & que dans l'aplication que nous ferons de ces experiences aux poutres, on fera auſſi abſtraction de leur poids pour rendre les calculs moins compoſés.

Premiere Experience.

Une Solive de 18 pouces de longueur & d'un pouce en quarré poſé ſur deux apuis, ſans être ſerrée par ſes extrêmités, a porté dans ſon milieu un moment avant de ſe caſſer . . 400 } liv.
Une ſeconde ſemblablement poſée. . 415 } 406
Une troiſiéme ſemblable en tout aux précedentes. 405 }

Cette experience s'accorde aſſez bien avec la douziéme raportée par Mr Parent dans les mémoires de l'Academie Royale des Sciences de l'année 1707, où il dit, qu'une piece de bois de chêne de 24 pouces de longeur ſur un pouce en quarré a porté 300 liv. dans ſon milieu un moment avant de ſe rompre, & comme la nôtre de 18 pouces avoit pour longueur les trois quarts de celle de

de Mr Parent, elle devoit porter 100 liv. de plus, auſſi ne s'eſt elle rompuë que par l'action d'un poids d'environ 400 liv.

Seconde Experience.

Une Solive de 18 pouces de longueur ſur un pouce en quarré ſerrée par ſes deux extrêmités a porté avant de ſe rompre. 600 } liv.
Une ſeconde de même ſerrée par ſes extrêmités. 600 } 608
Une troiſiéme telle que les précedentes & poſée de même. . . . . 624 }

Comme dans cette ſeconde experience, chaque ſolive a été arrêtée par les deux bouts, la queſtion étoit de ſavoir ſi effectivement elles romperoient en trois endroits, j'ai été ſurpris de voir que la premiere qui a caſſé avec le poids de 600 liv. n'étoit rompuë que dans le milieu, les deux bouts ne s'étant qu'un peu courbés; mais ayant aperçû que les valets qui ſerroient cette ſolive avoient tant ſoit peu obéï ne pouvant ſoutenir un ſi grand poids; j'ai fait retenir celle que l'on a miſe en ſecond lieu, par deux valets à chaque extrêmité, au lieu d'un, & après avoir été chargée juſqu'à la péſanteur de 600 liv. elle s'eſt rompuë net dans le milieu & aux extrêmités, les deux morceaux du milieu étant tombés à terre dans le même tems que le poids, la troiſiéme Solive s'eſt auſſi caſſée de même & pluſieurs autres enſuite, qu'on a ſeulement rompu par curioſité.

Cette experience prouve évidemment, qu'une poutre arrêtée & bien ſerrée par les deux bouts, eſt capable de porter un poids beaucoup plus grand que celle qui n'eſt poſée que ſur deux apuis, la difference étant comme 3 eſt à 2, c'eſt-à-dire, que la poutre ſerrée par les deux bouts eſt plus forte d'un tiers que celle qui ne l'eſt pas.

Ces deux experiences ſe raportent auſſi à la ſeconde & à la troiſiéme de Mr Parent, qui dit qu'ayant une piéce de bois de chêne longue de 11 pouces ſur 5 à 6 lignes de baſe poſée de cant ſur deux apuis ſans être ſerrée par les extrêmités a porté 34 liv. & demi avant l'inſtant de ſa rupture, & qu'une autre piece toute ſemblable a celle-ci, mais ſerrée par les deux bouts a porté 51 liv. ce qui donne auſſi le raport de 3 à 2, dont je viens de parler, la 7e & la 8e experience de cet Auteur prouvent encore la même choſe,

Troiſiéme Experience.

Une Solive de 18 pouces de longueur & de deux pouces ſur un pouce d'équarriſſage poſée à plat ſans être arrêtée par ſes ex-

trêmirés a porté. . . . . 810 } liv.
Une ſemblable poſée de même. . . 795 } 805.
Une troiſiéme poſée encore de même. 812 }

Ayant vû dans la premiere experience qu'une Solive de 18 pouces de longueur ſur un pouce en quarré poſée ſur deux apuis ſans être ferrée a porté 400 liv. la raiſon veut qu'une autre Solive de même longueur & même hauteur poſée auſſi de même, mais qui auroit le double en largeur, porte un poids double, auſſi avons nous 805 liv. pour la force moyenne au lieu de 800, qui eſt une difference qui ne mérite pas d'attention.

Quatriéme Experience.

Une Solive de même dimenſion que dans la troiſiéme experience ; mais poſée de cant ſans être arrêtée par les deux bours, a porté. . . . . 1570 } liv.
Une ſeconde ſemblable & poſée de même. . . 1580 } 1580
Une troiſiéme. . . . . 1590 }

Cette experience prouve que deux poutres de même longueur & dont la largeur des baſes eſt égale, ont leur force dans la raiſon des quarrés de leur haureur, puiſque la force moyenne d'une Solive qui a une hauteur double de celle de la premiere experience, & dont tout le reſte eſt égal, eſt de 1580, qui eſt un nombre à peu près quadruple de 400. Elle montre auſſi que la force d'une poutre poſée de plat eſt à celle qu'elle auroit poſée de cant, comme le plus petit côté de la baſe eſt au plus grand.

Cinquiéme Experience.

Une Solive de trois pieds de longueur & d'un pouce en quarré n'étant point ferrée par ſes deux extremités a porté. 185 } liv.
Une ſeconde ſemblable & poſée de même. 195 } 187
Une troiſiéme. . . . . 180 }

Cette experience montre ſenſiblement que de deux poutres qui ont leurs baſes égales & poſées ſur le même côté, la plus longue a moins de force que la plus courte dans la raiſon qu'elle a plus de longueur ; car dans la premiere experience une poutre de 18 pouces de longueur & d'un pouce en quarré, a porté 400 liv. tandis que la force moyenne d'une autre Solive de 36 pouces de longueur & de même baſe n'a été qu'à 187 au lieu de 200 qu'elle auroit dû porter ; cette difference vient apparemment de ce que

le bois n'étoit pas tout-à-fait ſi bon que celui de la premiere experience.

Sixiéme Experience.

Une Solive de trois pieds de longueur & d'un pouce en quarré arrêtée par les deux bouts, a porté. . . 285 } liv.
Une ſeconde poſée de même. . . . 280 } 283
Une troiſiéme. . . . . 285 }

Les ſolives de cette experience ſe ſont rompuës en trois endroits comme dans la ſeconde, & leur force moyenne n'a été qu'à 283 au lieu de 300 pour être dans le même raport avec la ſeconde experience; mais il n'eſt preſque pas poſſible que les experiences puiſſent donner juſte ce que l'on devroit en attendre par raport à celles qui ont été faites les premieres, cependant l'on peut encore remarquer ici que la force moyenne des ſolives de la 6e experience eſt à celle des ſolives de la 5e, à peu près comme 3 à 2, puiſqu'il ne s'en faut que trois unités que ce raport ſoit exact, par conſéquent c'eſt un ſurcroit de preuve que les poutres qui ne ſont poſées ſeulement que ſur deux apuis ont moins de force d'un tiers que celles qui ſont ſerrées par les bouts.

Septiéme Experience.

Une ſolive de trois pieds de long ſur deux pouces en quarré non arrêtée par les deux bouts, a porté. . . 1550 } liv.
Une ſeconde ſemblable & poſée de même. . 1620 } 1585
Une troiſiéme. . . . . 1250 }

La premiere & la ſeconde ſolive de cette experience ont porté à peu près le poids qui devoit exprimer leur force par raport à la premiere & à la cinquiéme experience, cependant la premiere ſolive a porté 50 liv. de moins & la ſeconde 20 liv. de plus, puiſque le poids devoit être de 1600 liv. quant à la troiſiéme ſolive il s'en faut beaucoup qu'elle ait eû toute ſa force, puiſqu'elle n'a porté que 1250 liv. il eſt vrai qu'elle a paru défectueuſe avant même d'en avoir fait uſage, & on n'a pas été ſurpris de ce qui eſt arrivé. Cependant comme il ne reſtoit point de bois debité ſelon ces dimenſions-là, j'ai ſupoſé pour trouver la force moyenne que la troiſiéme ſolive avoit porté la moitié de la ſomme des poids de la premiere & de la ſeconde.

Huitiéme Experience.

Une ſolive de trois pieds de long ſur 20 à 28 lignes de baſes, poſée de cant à porté. . . . . 1665 } liv.
Une ſeconde ſemblable poſée de même. . 1675 } 1660
Une troiſiéme. . . . . 1640 }

J'ai eu deſſein par cette experience de voir de combien à peu-près une Solive qui auroit les dimenſions de ſa baſe dans le raport de 5 à 7, auroit plus de force qu'une autre dont la baſe ſeroit quarrée, comme dans la ſeptiéme experience, & j'ai été convaincu de ce que nous avons inſinué ci-devant, puiſque la force moyenne des ſolives de la ſeptiéme experience, n'eſt que de 1585 liv. tandis que celle des ſolives de la derniere eſt de 1660 qui eſt une difference de 75, cela ne donne pas au juſte le raport de 245 à 216, dont nous avons fait mention dans le Chapitre précedent, mais ſuffit pour la juſtification de la Théorie.

J'ai n'ai point fait d'experiences ſur les ſolives arrêtées par un bout ſeulement, parce qu'il m'a paru qu'elles auroient été inutiles; celles que je viens de raporter étant ſuffiſantes pour établir les regles dont il va être queſtion : je n'en ai pas fait non plus avec d'autres bois que celui de chêne; mais comme Mr Parent en a fait non ſeulement ſur le chêne, mais auſſi ſur le ſapin; il ne ſera pas inutile que je diſe, qu'il s'eſt aperçu que la force moyenne du ſapin étoit à celle du chêne, comme 119 eſt à 100 ou environ comme 6 eſt à 5, d'où l'on peut conclure que quand une certaine ſolive de chêne portera 500 livres avant l'inſtant de ſe rompre, une autre de ſapin toute ſemblable à celle-ci en portera 600 c'eſt-à-dire un cinquiéme en ſus de plus que le chêne, par conſequent quand il s'agira du bois de ſapin, il ſera aiſé de calculer ſa force par la connoiſſance que les experiences précedentes nous ont données de celles du chêne.

Etant prévenu par la ſeconde experience, qu'une ſolive de 18 pouces de longueur & d'un pouce en quarré, ſerrée par les deux bouts, peut porter 600 livres avant l'inſtant de ſa rupture, il s'enſuit qu'une autre auſſi d'un pouce en quarré, & qui auroit 3 pieds ou 36 pouces de longueur, & ſerrée par ſes deux extrêmités, ne portera que 300, ce qui eſt confirmé par la ſixiéme experience : or puiſque la force de deux ſolives de même longueur, eſt dans le raport du quarré de la hauteur de chacune, multiplié par la largeur de la baſe; ſi de ces deux ſolives la baſe de l'une a un pouce

en quarré, & la baſe de l'autre 6 pouces auſſi en quarré, leur force ſera dans le raport des cubes des côtés de leurs baſes, par conſéquent comme un eſt à 216 ainſi la ſolive d'un pouce en quarré & de 3 pieds de longueur portant 300 livres, arrêtée par les deux bouts, celle qui auroit 3 pieds en longueur & 6 pouces en quaré portera donc 64800 mais comme cette derniere ſolive eſt très commode, pour ſervir de modèle dans la maniere de connoître la force du bois, nous nous en ſervirons préferablement à toute autre, pour les operations ſuivantes; c'eſt-à-dire, que nous regarderons comme indubitable, qu'une ſolive de 3 pieds de longueur & de 6 pouces en quarré, porte dans ſon milieu 64800 avant l'inſtant de ſe rompre lorſqu'elle eſt parfaitement ſerrée par les deux bouts.

Préſentement ſi l'on avoit une poutre de 30 pieds de longueur entre ſes deux apuis, & de 12 pouces en quarré, dont les extrêmités ſeroient bien engagées & ſerrées dans deux murs, & qu'on voulut ſavoir quelle eſt la charge que peut porter cette poutre dans ſon milieu avant l'inſtant de ſe rompre; il faut commencer par diviſer 216 par 3 c'eſt-à-dire, le cube de la hauteur de la ſolive, qui doit ſervir de modèle par ſa longueur, & le quotient ſera 72, qui doit ſervir de premier terme à une régle de proportion, dont le ſecond ſera le poids que peut porter cette ſolive, c'eſt-à-dire, 64800; pour avoir le troiſiéme terme, il faut quarrer la hauteur de la poutre dont il eſt queſtion, multiplier ce quarré par la largeur de la baſe, diviſer enſuite le produit qui eſt ici 1728 par la longueur de la poutre, qu'on ſupoſe être de 30 pieds, & en prendre le quotient; faiſant la régle comme à l'ordinaire, le quatriéme terme donnera le poids que doit porter la poutre, qui ſe trouvera de 51840, on aura de même la force de toute autre poutre, dont les dimenſions ſeroient telles qu'on voudra.

Si la poutre dont on demande la force, n'étoit point ſerrée par ſes deux bouts, mais ſeulement poſée ſur deux apuis; on pourra faire la même régle que ci-deſſus, & prendre les deux tiers du poids que le calcul aura donné, puiſque l'on ſait qu'une poutre dans cette ſituation, porte un tiers moins que la précedente.

Nous avons ſupoſé juſqu'ici, que le poids étoit toûjours poſé dans le milieu; cependant comme il peut ſe rencontrer dans d'autres endroits, voici une maniere de connoître la charge que portera une poutre, à tel point qu'on voudra de ſa longueur, pour qu'elle réſiſte autant qu'elle le feroit ſi elle étoit chargée dans le milieu.

Supoſant une poutre *AB*, de 24 pieds de longueur, & de 10
FIG. 12. pouces ſur 14 d'équariſſage poſée de cant, & ſerrée par ſes deux bouts; on demande quel poids elle peut porter aux deux tiers de ſa longueur, avant l'inſtant de ſe rompre; pour cela il faut commencer par chercher la peſanteur du poids *E*, qu'elle portera dans ſon milieu, & on trouvera qu'il eſt de 73500 livres : or ſi on ſe rapelle que l'action de ce poids eſt partagée en trois : dont un tiers agit à l'extremité *A*, un autre à l'extremité *B*, & le troiſiéme dans le milieu *D*, l'on verra qu'afin que la poutre ſoit chargée aux deux tiers *C*, comme elle le ſeroit dans le milieu, avec le poids de 73500 il faut que chaque bout ſoit tiré de la même façon, c'eſt pourquoi je multiplie 24500 qui eſt le tiers du poids *E*, par 12 qui eſt la longueur du bras de levier *AD*, ou *BD*, qui répond aux extremités, & diviſe le produit par les deux tiers de la longueur de la poutre, qui expriment alors le bras de levier *CB*, qui répond au bout *B*; & le quotient 18375 eſt la partie du poids qui doit agir à l'extremité *C* de ce levier, pour faire le même effet que le tiers du poids *E*, fait en *D* pour avoir la partie du poids qui doit tirer l'autre bout *A*, de la même façon que l'eſt le précedent, je multiplie encore 24500 par 12 & diviſe le produit par l'autre tiers *AC*, de la longueur de la poutre, c'eſt-à-dire, par 8 pour avoir 36750 qui eſt ce que l'on demande; enfin comme les deux bouts ne pouvoient être rompus ci-devant que par l'action du tiers qui agit dans le milieu, il faut donc ſupoſer que la poutre eſt encore chargée au point *C*, du poids de 24500; ainſi ajoûtant ce nombre avec les deux précedens, c'eſt-à-dire, avec 18375 & 36750, l'on aura 79625 pour la valeur du poids *G*, que la poutre peut porter à l'endroit *C* pour être chargée de la même façon qu'elle le ſeroit ſi elle avoit porté dans ſon milieu le poids *E* de 73500 qui n'eſt ici qu'imaginaire, puiſqu'il en faut faire abſtraction, & ne conſiderer la poutre chargée que du ſeul poids *G*.

Si on vouloit charger une poutre de pluſieurs poids, poſés à differens endroits de ſa longueur, & qu'on deſirat ſavoir quel raport il y a de cette charge avec celle que la poutre peut porter avant l'inſtant de ſe rompre, il faudra commencer par chercher quel eſt le poids que cette poutre peut porter dans le milieu, enſuite ſupoſer qu'on a réuni tous les poids dont il eſt queſtion dans le même milieu, alors on pourra comparer ce poids avec celui que la poutre eſt capable de ſoûtenir, & l'on verra s'il eſt plus grand ou plus petit, pour juger du parti qu'il faudra prendre.

Comme il ne conviendroit pas de charger les poutres de tout

le poids qu'elles peuvent porter avant l'inſtant de ſe rompre, puis qu'elles ſe romproient effectivement, & ne pourroient plus être d'uſage; je crois que pour agir en toute ſureté & ne les point forcer, on ne doit les charger au plus dans le milieu, qui eſt l'endroit le plus foible, qu'environ de la moitié du poids ſous lequel elles pourroient être rompuës; ainſi ayant trouvé par le calcul précedent, qu'une poutre qui auroit 24 pieds de long, ſur 10 à 14 pouces d'équariſſage & poſée de cant, peut ſoûtenir dans le milieu de ſa longueur, un poids de 73500; on ne doit charger cette poutre au plus que de 36750 on peut d'autant mieux compter ſur cette régle, qu'il n'arrive jamais que le poids dont on charge les planchers que ſoûtiennent les poutres, ſoit parfaitement réuni dans le milieu, comme s'il y étoit ſuſpendu à l'aide de quelque cordage, puiſque les corps peſans ont toûjours un certain volume qui occupe une partie de la longueur de la poutre, & diminuë par conſequent du bras de levier, ce qui fait qu'elles reſiſtent avec plus d'avantage, & ſe reſſentent moins du fardeau qu'elles portent.

Nous ſupoſons ici que les poutres portent tout le poids dont les planchers peuvent être chargés; car quand même le poids ſeroit ſur les ſolives entre deux poutres, ces ſolives étant apuyées ſur les poutres, c'eſt toûjours ſur elles que ſe termine toute la charge, auſſi quand les planchets viennent à manquer ce n'eſt jamais que par-là & rarement par les ſolives, parce qu'elles n'ont pas beaucoup de portée; mais s'il falloit avoir égard à leur force, on pourra connoître la reſiſtance dont elles ſeront capables comme on a fait pour les poutres, avec cette attention cependant qu'on doit les regarder comme des pieces poſées ſur deux apuis ſans y être ſerrées par les extrêmités, & que par conſéquent elles ont un tiers moins de force à proportion que les poutres.

N'ayant parlé juſqu'ici que des poutres dont les dimenſions étoient connuës, il nous reſte à examiner comme on peut trouver quelle doit être la groſſeur d'un arbre dont on voudroit tirer un poutre qui fut la plus forte de toutes celles que peut fournir le même arbre & qui ſoit en même tems capable de porter dans ſon milieu un poids donné. Il eſt conſtant qu'ayant deux arbres dont les diamêtres *AB* & *GH*, ſont inégaux, que voulant en tirer les deux plus fortes poutres qu'ils peuvent donner, ces poutres auront des baſes ſemblables, puiſque les rectangles *FE* & *KI*, auront été tracés de la même maniere. Or ſi les poutres ont des longueurs égales, leurs forces ſeront comme les parallelipipedes, compris ſous le quarré du côté *IB*, & le FIG. 9. & 10.

côté FA, eſt au parallelipipede, compris ſous le quarré du côté KH, & la ligne KG; mais GI, étant à $GK :: AE, AF$, il s'enſuit que ces parallelipipedes ſeront ſemblables, & dans la raiſon des cubes de leurs côtés homologues FB, & KH, ou bien dans la raiſon des cubes des diamêtres ou diagonales AB, & GH, à cauſe des triangles ſemblables AFB, & GKH, par conſéquent l'on pourra prendre les cubes des diamêtres, au lieu des parallelipipedes pour exprimer la force des deux poutres, en ſupoſant toûjours que leurs longueurs ſont égales; mais ſi elles étoient differentes, on connoîtra encore le raport de leur force, en diviſant le cube de chaque diamêtre par la longueur de la poutre qui lui répond.

Si l'on ſupoſe préſentement qu'on a tiré du cercle FE une poutre dont on connoît la longueur, la baſe FE & le poids que cette poutre peut porter avant l'inſtant de ſe rompre, & qu'on veuille ſavoir quel doit être le diamêtre de l'arbre d'où l'on veut tirer une autre poutre dont la baſe ſoit ſemblable à la précedente, enſorte que cette poutre ſoit capable de porter un poids donné, il faut chercher par l'Algebre, une formule qui nous enſeigne la maniere dont il
FIG. 6. faudra s'y prendre.

Prenant la poutre NP pour celle qui doit ſervir de modèle. Nous nommerons la diagonale OQ, a; ſa longueur NO, b; & le poids qu'elle peut porter m; de même nous nommerons x, la diagonale de la baſe que l'on cherche; d, la longueur de la poutre qui apartient à cette baſe, & n, le poids donné; & alors on aura $m\ n ::$ $\frac{a^3}{b}\ \frac{x^3}{d}$; c'eſt-à-dire que le poids que peut porter la poutre NP, eſt au poids que doit porter la poutre dont on demande la baſe, comme le cube de la diagonale NQ, diviſé par la longueur NO, eſt au cube du diamêtre du cercle que l'on demande diviſé par la longueur de la poutre qui répond à ce diamêtre. Or ſi de cette proportion on en forme une équation, on aura $\frac{na^3}{b} = \frac{mx^3}{d}$ qui étant diviſée par m, & multipliée par d, afin de dégager l'inconnuë il vient $\frac{dna^3}{bm} = x^3$ dont extrayant la racine cube, l'on a $\frac{\sqrt[3]{dna^3}}{bm} = x$, qui donne la valeur de l'inconnuë, que l'on trouvera en ſuivant ce qu'enſeignent les lettres qui compoſent le premier membre, comme nous allons le détailler.

Supoſant que la poutre NP, qui doit ſervir de modèle ſoit de 24 pieds de longueur, ſa hauteur OP de 14 pouces, & la largeur PQ de 10, le quarré de 14 étant à peu-près double de celui de 10,

le

le rectangle RP, pourra être conſideré comme ſemblable à celui que nous cherchons, & comme l'on a le rectangle OPQ, il ſera aiſé d'avoir la diagonale OQ, qu'on trouvera d'environ de 17 pouces 3 lignes, qui eſt la valeur de a; ainſi cubant ce nombre l'on aura $5132 = a^3$, $24 = b$, & comme nous avons vû ci-devant qu'une poutre telle que celle-ci, pouvoit porter dans ſon milieu 73500 liv. avant l'inſtant de ſe rompre lorſqu'elle étoit bien ſerrée par ſes extrémités, on aura donc $73500 = m$, par conſéquent la valeur des trois quantités qui apartiennent à la poutre qui doit ſervir de modèle, & ſi la poutre dont on cherche la baſe a 30 pieds de longueur, on aura $30 = d$, & il ne reſtera plus qu'à ſavoir quel eſt le poids qu'on veut faire porter à cette poutre & de quelle façon on veut qu'elle le porte; car ou l'action de ce poids ſera en-équilibre avec la réſiſtance de la poutre & même un peu plus fort que cette réſiſtance pour cauſer la rupture, ou bien la réſiſtance de la poutre ſera tellement au-deſſus du poids, qu'on n'aura pas lieu d'aprehender qu'elle caſſe, qui eſt le cas qui convient à l'uſage, puiſqu'on ne fait pas des poutres pour les rompre, & comme j'ai dit ailleurs qu'il ne falloit les charger que de la moitié du poids qu'elles pouvoient porter avant l'inſtant de ſe rompre, il faut donc pour ſuivre ce principe faire comme ſi la poutre dont on cherche la baſe, devoit porter un poids double de celui qu'elle portera en effet, parce qu'alors ſa réſiſtance ſera double de l'effort qu'elle aura à ſoutenir, c'eſt pourquoi voulant qu'elle puiſſe porter 100000 l. nous ſupoſerons qu'elle peut en porter 200000, ainſi on aura $200000 = n$, qui eſt la valeur de la derniere lettre qui nous reſtoit à connoître.

Pour ſuivre ce qu'enſeigne la formule $\sqrt[3]{\frac{dna^3}{bm}} = x$, on commencera par multiplier la valeur de d & de n, l'une par l'autre qui donneront 6000000 qu'il faut multiplier par la valeur de a^3, l'on aura $30792000000 = dna^3$, qu'il faut diviſer par la valeur de bm; c'eſt-à-dire par le produit de 24 & de 73500 qui eſt 1764000, & le quotient donnera $17455 = \frac{dna^3}{bm}$ dont il faur extraire la racine cube qui ſera à peu-près de 25 pouces 6 lignes pour la valeur de x; c'eſt-à-dire pour le diamêtre de l'arbre d'où l'on veut tirer la poutre que l'on demande.

Si l'on vouloit ſavoir en nombre quelle eſt la valeur des deux côtés GI & IH, de la baſe de la poutre qu'on doit tirer du cercle KI, dont le diamêtre GH, eſt de 25 pouces & demi, remarqués le quarré du côté GI, étant double de celui du côté IH, le premier

ſera les deux tiers du quarré du diamêtre GH, & le ſecond le tiers même, ainſi quarrant 25 & demi ſi l'on prend à part le tiers & les deux tiers du produit, & qu'on extraye la racine quarrée de chacune de ces quantités, elles donneront à peu-près 14 pouces 8 lignes, & 20 pouces 8 lignes pour la valeur des côtés GI & IH, c'eſt-à-dire pour les dimenſions de l'équarriſſage.

Il eſt bon de dire que toutes les fois que nous avons parlé du cercle d'un arbre, nous avons toujours entendu la partie interieure de l'arbre qui n'a ni aubier ni écorce, mais qui eſt dure & de bonne conſiſtance; & que quand il étoit queſtion d'en tirer une poutre, on commençoit à tracer avec le compas un cercle dont le centre étoit celui de l'arbre même, & dont le rayon alloit ſe terminer un peu au-deſſous de l'écorce, & que c'étoit le diamêtre de ce cercle là qu'il falloit diviſer en trois parties égales, pour tracer la baſe de la poutre que l'on demande, de même après avoir trouvé le diamêtre d'un arbre duquel on veut tirer une poutre, comme dans l'opération précedente, il faut toujours ſupoſer que l'arbre doit avoir au moins un diamêtre de 3 pouces plus grand que celui qu'on auta trouvé afin d'avoir égard au déchet.

Voici encore un cas que je ne paſſerai pas ſous ſilence eſperant qu'il ſervira dans les occaſions qui peuvent ſe preſenter.

La longueur d'une poutre étant donnée, & le côté ſur lequel elle doit être poſée, on demande quelle doit être ſon épaiſſeur *verticale*, pour être capable de porter dans ſon milieu un poids donné.

Pour cela nous ſupoſerons que la poutre qui doit ſervir de modèle, a pour baſe un quarré, dont le côté ſera nommé a, la longueur de la poutre b; & le poids qu'elle peut porter avant l'inſtant de ſe rompre, m; que la longueur de la poutre qui fait le ſujet de la queſtion, eſt nommée d; le côté de la baſe que l'on connoît, c; celui que l'on cherche, x; & le poids que cette poutre doit porter, n; cela poſé, ſi on multiplie le quarré de la hauteur verticale de chaque poutre par ſon épaiſſeur, & que l'on diviſe chaque produit par la longueur des poutres auſquelles elles apartiennent, on pourra avec les deux quotiens & les poids que ces poutres peuvent porter avant l'inſtant de ſe rompre, former cette proportion, $m, n :: \frac{a^3}{b}, \frac{cxx}{d}$ qui donne $\frac{na^3}{b} = \frac{mcxx}{d}$ & multipliant cette équation par d & la diviſant enſuite par mc, l'on aura après avoir extrait la racine quarrée de chaque membre, $\frac{\sqrt{dna^3}}{bcm} = x$, qui eſt une formule, dont voici l'application.

Prenant pour modèle la solive de 3 pieds de longueur sur 6 pouces en quarré, qui porte un poids de 64500 liv. l'on aura $a = 216$, $6 = 3$, $m = 64500$. Si présentement la poutre, dont il est question, a 24 pieds de longueur, que le côté sur lequel elle doit être posée soit 12 pouces, & que le poids qu'elle doit porter pour n'être pas en danger de se rompre, soit de 70000 : il faut doubler ce poids, pour les raisons que j'ai dit ci-devant, & alors il sera considéré comme étant de 140000. Ainsi nous aurons donc $d = 24$, $c = 12$, & $n = 140000$; c'est pourquoi il n'est plus question que de suivre ce qu'enseigne la formule, c'est-à-dire multiplier les valeurs de d & de n l'une par l'autre, & le produit 3360000, par la valeur de a^3, c'est-à-dire par 216 pour avoir $725760000 = dna^3$ qu'il faut diviser par le produit des trois nombres qui expriment la valeur de b, c, m, lequel donnera $2322000 = b, c, m$; & le quotient sera 312, dont il faut extraire la racine quarrée qu'on trouvera de 17 pouces, 7 lignes, 11 points pour la hauteur verticale de la poutre.

Si la hauteur verticale étoit donnée, & qu'on voulut trouver l'épaisseur horisontale, nommant cette épaisseur x; & l'autre c; & tout le reste avec les mêmes lettres, alors la formule se changeroit en celle-ci $\frac{dna^3}{bmcc} = x$.

Enfin si les deux dimensions de l'équarissage étoient données, & qu'on voulût sçavoir quelle doit être la longueur d'une poutre pour casser sous l'effort du poids n; nommant c, la hauteur verticale, f l'épaisseur horisontale; nous servant toujours du même modèle, nous aurons encore $m, n :: \frac{a^3}{b}, \frac{ccf}{x}$ d'où l'on tire cette formule, après avoir dégagé l'inconnuë $\frac{bccfm}{na^3} = x$.

Comme de toutes les situations qu'on peut donner à une piece de bois par raport à sa longueur, il n'y en a point où elle ait moins de force, que quand elle est posée horisontalement, il est à propos d'examiner ce qui arrive quand elle est posée obliquement.

Si l'on considere la poutre AB posée sur deux apuis, dont l'un est beaucoup plus élevé que l'autre, il est constant que le poids D qui seroit suspendu dans le milieu de sa longueur, n'agissant point selon une direction perpendiculaire au bras de levier fera d'autant moins d'effort pour rompre cette poutre, que l'angle CFG formé par l'obliquité de la poutre, & la ligne horisontale FG aprochera davantage de valoir un droit, jusques-là que si la poutre étoit perpendiculaire à l'horison, c'est-à-dire que l'angle CFG fût effectivement droit FIG. 8.

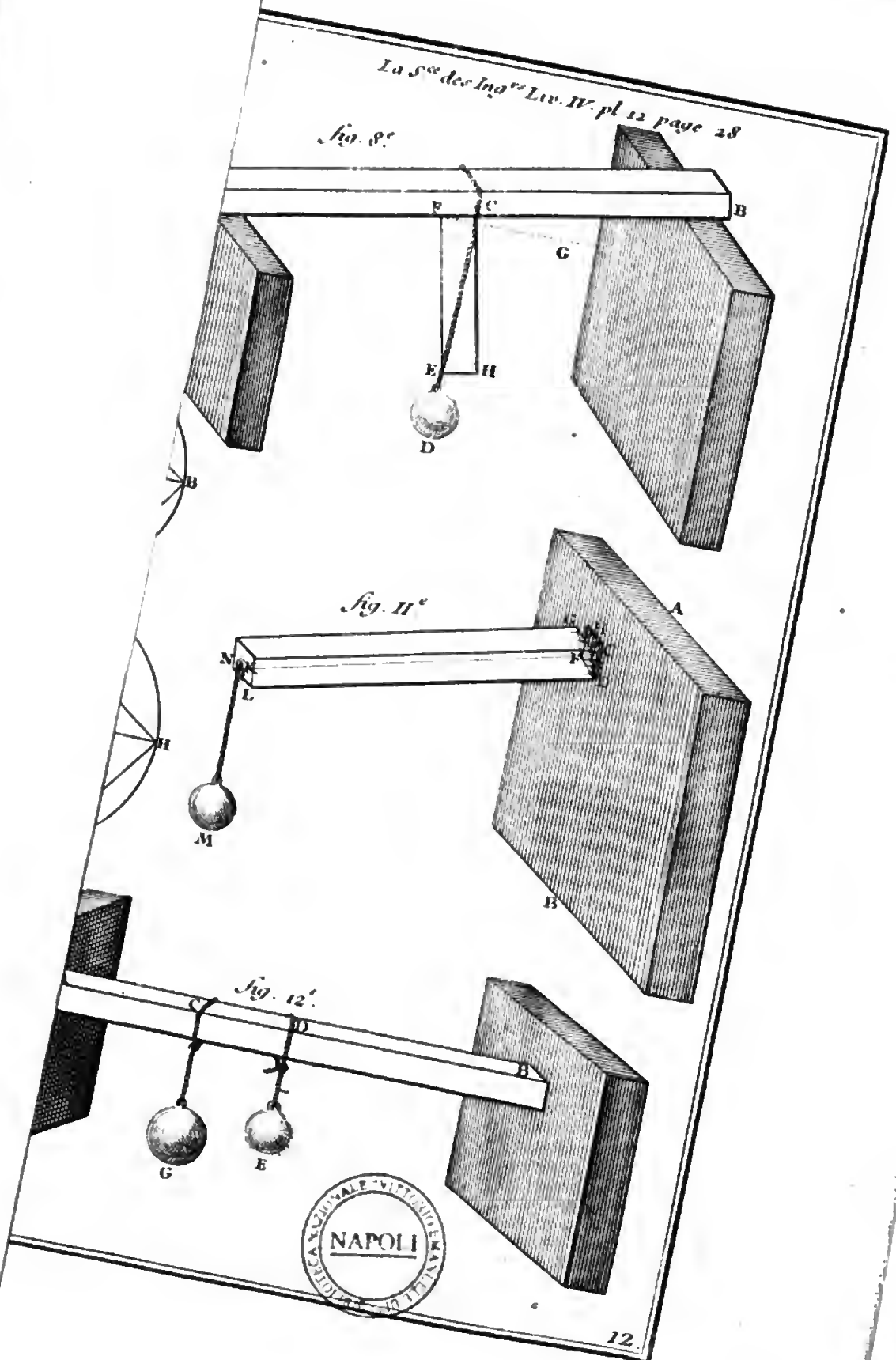
le poids *D* ne feroit plus aucun effet, parce que ſa direction & celle du lévier ſe trouveroient dans une même ligne. Mais ſi la poutre eſt ſeulement inclinée, comme nous la ſupoſons ici, alors on n'a qu'à faire le paralellogramme rectangle *EFCH*, & l'action du poids ſur la poutre poſée horiſontalement ſera à celle du même poids, quand cette poutre eſt oblique, comme la diagonale *EC* eſt au côté *EF*, ou, ce qui revient au même, comme le ſinus de l'angle *CFE*, eſt au ſinus de l'angle *FCE*; de ſorte que ſi l'on vouloit que cette poutre fût chargée dans la ſituation oblique de la même façon qu'elle le ſeroit ſi elle étoit horiſontale, pour être rompuë dans l'un & l'autre cas; l'on voit que quand il faudra dans la ſituation horiſontale un poids exprimé par le côté *FE*, ou dar le ſinus de l'angle *FCE*, celui pour la ſituation oblique doit être exprimé par la diagonale *EC*; par conſéquent lorſque l'angle *FCE* devient ſi petit, que les deux lignes *CE* & *CA* ſe trouvent confonduës, ce qui arrive quand la poutre eſt perpendiculaire à l'horiſon, la ligne *CE* n'étant plus déterminée, le poids que peut porter la poutre devient inexprimable.

Bullet en parlant de la charpente dans ſon Architecture pratique, dit que la force d'une piéce de bois qui eſt inclinée, augmente dans la raiſon de l'ouverture des angles que cette piéce forme avec la ligne horiſontale, & comme bien des gens ajoûtent foy à tout ce que raporte un Autcur qui a quelque réputation, je croi qu'il eſt à propos d'expoſer ici mot pour mot le ſentiment de celuique je viens de citer, afin de faire enſuite quelques remaiques qui ne ſeront peut-être pas inutiles.

» A l'égard de la groſſeur des bois, dit-il, l'on peut ſavoir que » ceux que l'on employe aux combles, n'ont pas beſoin d'être ſi » gros par raport à leur longueur, que ceux qu'on employe aux » planchers, car ceux-ci ſont poſés de niveau, & ſouffrent beau- » coup davantage que ceux des combles qui ſont inclinés, & on » ne doit pas douter qu'une piéce de bois poſée de bout, ne por- » te ſans comparaiſon plus dans une même groſſeur & longueur, » que ſi elle étoit poſée de niveau; enſorte qui ſupoſant qu'une » piéce de bois puiſſe porter, par exemple, 1000 étant poſée de » niveau, & qu'étant poſée de bout elle porte 3000, ſi on l'incline » d'un demi angle droit, elle doit porter 2000, & ainſi des autres angles plus ou moins inclinés à proportion.

Tout le monde penſe avec Bullet, qu'il ne faut pas donner tant de groſſeur aux chevrons d'un comble, qu'aux ſolives d'un plancher, non ſeulement par raport à la ſituation avantageuſe des premiers, mais auſſi parce que les chevrons ne portent jamais d'autre

La Sce des Inqes Liv. IV. pl. 12 page 28



poids que celui de la couverture, au lieu que les ſolives indepen-damment des planchers qu'elles ſoutiennent, doivent être auſſi capables de porter la péſanteur de tous les corps étrangers dont on voudroit les charger, ſelon l'uſage des lieux où elles ſont employées; mais à l'égard du bois poſé obliquement, je ne vois point ſur quel fondement il dit, qu'une piéce qui ſeroit inclinée ſous un angle de 45 dégrés, portera un poids moyen arithmetique, entre celui qu'elle porteroit ſi elle étoit horiſontale, & entre l'autre qu'elle ſoutiendroit ſi elle étoit de bout, car l'on peut bien connoître ce que peut porter cette piéce quand elle ſera horiſontale en ſuivant les régles précedentes; mais il n'eſt pas poſſible de déterminer ce qu'elle portera étant de bout, le poids dans cette derniere ſituation ne pouvant être exprimé, par conſéquent il n'eſt pas poſſible de trouver les termes moyens : ce n'eſt pas que je veuille dire qu'une piéce de bois poſée de bout, ſoit capable de porter un fardeau immenſe, je ſais bien quand elle aura une certaine hauteur, qu'elle pourra plier & même ſe rompre; mais quand cela arrive ce n'eſt pas l'effet d'une cauſe ſuſceptible d'aucune regle c'eſt que le poids ne porte pas à plomb, & pouſſe obliquement, ou que le bois lui-même n'eſt pas bien perpendiculaire, ou ce qui paroît le plus vraiſemblable encore, c'eſt que le fil peut en être oblique, & par conſéquent tend à caſſer du côté le plus foible; mais comme il ſuffit de ſavoir ce qu'une piece de charpente peut porter étant horiſontale, pour juger de ce qu'elle portera quand elle ſera miſe dans une ſituation oblique; l'on voit ſelon ce que j'ai dit ci-devant, que cette force n'augmente point dans la raiſon de l'ouverture des angles, mais ſelon que le ſinus total ſe trouve plus grand que les ſinus des complemens des angles, formés par la ligne horiſontale & la piece.

» Un peu après cet Auteur continuë en ces termes : il y auroit » beaucoup de choſes à dire ſur la groſſeur que les bois doivent » avoir, par raport à leur longueur & à leur uſage, quand même » on les ſupoſeroit généralement tous de même qualité, ce qui arrive rarement; cette queſtion ne peut pas être reſoluë par les » régles de géometrie, parce que la connoiſſance de la bonne & » mauvaiſe qualité des bois apartient à la Phiſique; ainſi il faut ſe » contenter de l'experience, avec laquelle on peut donner quelques régles, pour les differentes groſſeurs des poutres, par raport à leur longueur, ſupoſant néanmois que la charge n'en ſoit » pas exceſſive, comme quand on fait porter pluſieurs cloiſons & » planchers l'un ſur l'autre à une même poutre, ce que j'ai vû en

» plusieurs endroits, & ce qu'il faut absolument éviter. Voici une » table pour avoir la grosseur des poutres suivant leur longueur, » donnée de 3 pieds en 3 pieds, depuis 12 jusqu'à 42 pieds, laquel- » le table a été faite par une régle fondée sur l'experience, dont » chacun pourra se servir comme il jugera à propos pour son utilité.

Longueur des poutres	leur largeur.	leur hauteur.
une poutre de 12 pieds aura	10 pouces sur	12 pouces.
15	11	13
18	12	15
21	13	16
24	13 $\frac{1}{2}$	18
27	15	19
30	16	21
33	17	22
36	18	23
39	19	24
42	20	25

Il a raison de dire, qu'il arrive rarement qu'on rencontre des bois de même qualité, mais c'est à tort qu'il croit que les régles de la geometrie ne peuvent être d'aucune utilité, pour proportionner leur grosseur à leur longueur, quand on fera abstraction de la difference de leur force naturelle, puisque je ne crois pas qu'on puisse y arriver par d'autres voyes, car independamment des experiences qu'on a raportées ci-devant, il suffira que l'usage nous ait apris que des poutres, des solives, des chevrons &c. d'une certaine longueur & d'une grosseur déterminée, ayent toûjours bien réussi, pour qu'on puisse après cela, trouver les bases qu'il convient de donner à ces mêmes pieces, si on étoit dans la necessité de les employer beaucoup plus longues, & alors la pratique seule ne suffit pas pour juger exactement de la grosseur des bois; c'est pourquoi je ne vois pas qu'on puisse se servir surement de la table qu'il donne, ne rendant aucune raison de la maniere dont elle a été calculée; j'ai même voulu voir si les poutres qui y sont raportées, répondoient tant soit peu aux régles qui devoient leur convenir, mais je n'ai rien aperçû qui en aprochât. Si j'ai fait mention du livre de Bullet, ce n'a été que pour faire sentir aux personnes qui veulent s'apliquer à l'art de bâtir, combien il est important qu'ils ayent quelques principes de Théorie, qui puissent les guider dans la pratique.

Voilà ce que je m'étois proposé de dire, sur la maniere de connoître la force des bois, qui sont en usage dans les bâtimens: j'avois fort envie de ne pas m'en tenir là & de faire d'autres aplications des principes de la mécanique à la charpente, pour montrer quelle est la disposition la plus avantageuse, qui convient de donner à l'assemblage des pieces de toute sorte d'ouvrages en general, pour être capables de resister le plus qu'il est possible, aux poussées qu'ils auroient à soûtenir, avec un certain nombre de solives déterminé, nécessaire seulement pour l'exécution de ce que l'on a en vuë, car on ne peut douter que dans les fermes qui soûtiennent les combles, celles qui sont employées pour les jettées qui se font dans la mer, les chevalets des ponts, les portes des écluses &c. il n'y ait des puissances qui agissent & qui résistent selon certaine direction, & par conséquent des leviers de differente espece, & que tout cela ne fasse un mécanisme, dont la connoissance ne peut être que très-utile, que j'aurois volontiers developé si je m'étois trouvé plus de loisir que je n'en ai présentement; car ayant commencé à écrire quelques chapitres sur ce sujet, je me suis aperçu que pour les traiter comme il faut, je serois obligé d'embrasser un ouvrage qui deviendroit fort étendu, mais que je me propose pourtant de réprendre dans le second Volume.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

Des bonnes & mauvaises qualités du Fer.

LE grand usage que l'on fait du fer dans les travaux du genie & de l'artillerie, en rend la connoissance si nécessaire, que j'ai crû ne pouvoir me dispenser de raporter ici toutes les observations qui pouvoient contribuer à en faire un bon choix; pour cela j'ai eu recours à ce que l'experience a apris à ceux qui travaillent continuellement dans les Forges des Arsenaux du Roy, & comme je ne connois point d'auteur qui traite mieux cette matiere que Monsieur Felibien, dans ses mémoires d'Architecture, j'ai profité aussi des instructions qu'il donne.

Pour juger de la qualité du fer, il faut savoir de quelle Forge il vient, si la mine d'où il est tiré est douce ou cassante; & pour connoître ces mines, voici ce que l'on a remarqué sur celles qui fournissent du fer en France.

Le meilleur fer que nous ayons, eſt celui qui ſe tire des mines de *Berry*; il y a quelques années que l'on en a travaillé une grande quantité à l'Arſenal de la Fere; les ouvriers l'ont trouvé ſi excellent, qu'ils ne pouvoient lui donner aſſez d'éloge. Le fer de *Bourgogne* eſt auſſi fort bon, cette Province en fournit pour la conſtruction des Vaiſſeaux & Galeres qui ſe font à Toulon & à Marſeille; on le tire particulierement des Forges de *Peſmes* & de *Morambert* parce qu'il eſt fort doux & aiſé à employer.

Le fer de *Senonge* & celui de *Vibray*, proche Montmirail au Mans eſt aſſez eſtimé, parce qu'il ſe forge bien étant doux & pliant.

L'on ne fait pas grand cas du fer de *Normandie* non plus que de celui de *Champagne*, & de *Thierrage* parce qu'il eſt fort caſſant & d'une très-mauvaiſe qualité.

Le fer de *Roche* eſt bon, s'employant bien en toute ſorte d'ouvrage, de même que celui qui vient des mines de *Nivernois*; ce dernier étant fort doux, propre à faire des épées & des canons de fuſils, il eſt même d'une qualité qui aproche fort de l'acier.

Celui qu'on tire de *Signy le petit*, eſt dur & caſſant, mal aiſé à forger, le grain en eſt gros & clair, par conſéquent d'une mauvaiſe qualité, auſſi ne l'employe-t'on gueres que pour les bombes & les boulets.

Le fer d'*Eſpagne* eſt très-doux, de maniere qu'on le forge à froid comme l'argent, il y a des forges entre St. Sebaſtien & le paſſage, dont le fer a cette qualité.

J'ai vû d'habiles gens, partagés ſur le fer de *Suede* & *d'Allemagne* les uns en faiſant beaucoup de cas, & les autres ne l'eſtimant guere; au reſte il eſt fort bon quand il eſt corroyé avec d'autre fer pour des outils tranchans.

J'ai dit que le fer de *Berry* étoit de très-bonne qualité; mais il eſt à propos d'obſerver qu'il s'en trouve de deux eſpeces, l'un & l'autre ſe débitent en barre, toute la difference eſt, que l'un eſt de fer battu, & l'autre ſe tire comme le Vitrier tire le plomb, & par là on le fait auſſi mince & auſſi large que l'on veut; mais ce qu'il y a de particulier, c'eſt que celui qui eſt ainſi tiré eſt d'une qualité incomparablement meilleure que l'autre qui eſt battu, étant plus nerveux, l'on n'y voit preſque point de grain, & on a de la peine à le caſſer à froid; aparamment que le rouleau contribuë beaucoup à lui donner cette qualité.

Comme il ſe rencontre du fer bon & mauvais, quoiqu'il vienne de la même Forge, & quelquefois de la même gueuſe, il faut pour en être plus ſur, en prendre une barre: ſi l'on voit qu'il y ait

de

de petites veines noires qui s'étendent au long, & qu'on n'y aperçoive point de gerſures, ou de coupures qui aillent en travers, & que cette barre ſoit pliante ſous le marteau, c'eſt une marque que le fer eſt bon, au lieu que s'il y avoit des gerſures & que la barre fût roide, c'eſt une preuve évidente que le fer eſt *Rouverain*, c'eſt-à-dire caſſant à chaud, & qu'il eſt difficile à forger.

On connoîtra encore ſi le fer eſt doux, à la couleur qu'il aura en dedans après l'avoir caſſé, car s'il eſt noir, c'eſt ſigne qu'il eſt bon, & malleable à froid & à la lime; mais auſſi il eſt ſujet à être cendreux, c'eſt-à-dire qu'il ne devient pas plus clair après qu'il eſt poli, principalement s'il s'y rencontre des taches griſes comme de la cendre, car c'eſt ce qui le rend difficile à polir, & à mettre en bon luſtre, ce qui n'arrive pas à toutes les barres, mais à la plûpart; auſſi cette ſorte de fer eſt moins ſujette à ſe roüiller, parce qu'il tient un peu de la nature du plomb.

Il y a d'autres barres dont le fer à la caſſe, paroît gris, noir & tirant ſur le blanc; il eſt beaucoup plus dur & plus roide que le précedent lors qu'on le plie; il eſt très-propre à être employé aux gros ouvrages dans les bâtimens; mais pour la lime, il eſt mal aiſé à cauſe qu'il s'y rencontre des grains qu'on ne peut emporter facilement.

Celui qui étant caſſé, a le grain mêlé de blanc, de gris ou de noir, eſt ſouvent le meilleur, ſoit pour la forge ou la lime, & pour ſe bien polir.

Il y a d'autres barres qui ont le grain petit comme de l'acier, & dont le fer eſt pliant à froid, il eſt mal aiſé à limer, & greſille lorſqu'il commence à être chaud, de ſorte qu'il eſt difficile à employer, à la forge & à la lime, attendu qu'il ne ſe ſoude pas facilement & qu'à la lime il a des grains; il eſt bon pour ceux qui font de gros ouvrages.

Il y en a encore d'autres dont le grain eſt gros & clair à la caſſe, comme de l'étain de glace, ce fer eſt de mauvaiſe qualité, car il eſt caſſant à froid, tendre au feu, ne pouvant ſouffrir une grande chaleur ſans ſe brûler, parce qu'il eſt fort poreux, aiſé à ſe rouiller & à ſe manger.

Le fer qu'on apelle *Rouverain*, ſe connoît comme je viens de dire, lorſqu'il y a des gerſures ou des coupures, qui vont au travers des barres, il eſt d'ordinaire pliant & malleable à froid, ſi en le forgeant il ſent le ſoulfre, & qu'en le frapant il en ſorte de petites étincelles, c'eſt une marque qu'il eſt caſſant à chaud; auſſi lorſqu'il vient en ſa mauvaiſe couleur, qui eſt d'ordinaire un peu plus

blanche que couleur de ceriſe, il caſſe quelquefois tout au travers de la piece ; ſi on le frape & qu'on le ploye, il deviendra tout pailleux.

Les ouvriers & ceux qui ont accoutumé de faire travailler, connoiſſent bien la qualité du fer en le forgeant, car s'il eſt doux ſous le marteau, il ſera caſſant à roid, au lieu que s'il eſt ferme, c'eſt ſigne qu'il ſera ployant à froid.

Comme il ſe rencontre des occaſions, où il eſt néceſſaire de ſavoir les differentes eſpeces de fer que l'on tire des forges, voici les dimenſions de celui qui ſe débite le plus communement chez les Marchands, il ne s'en rencontre gueres d'autres, à moins qu'il ne ſoit de commande.

Le fer *plat* a 9 à dix pieds de long, & quelquefois plus, ſur 2 pouces & demi de large, & 4 lignes ou environ d'épaiſſeur, il s'en trouve même de 12 & 13 pieds de long, ſur 3 pouces & demi & 4 pouces de large.

Le fer qu'on nomme *quarré*, eſt en barre de diverſe longueur, & a depuis un juſqu'à 2 pouces ou environ en quarré.

Le *quarré batard* a 9 pieds de long, & 16 à 18 lignes en quarré.

Le fer *Cornette* a 8 ou 9 pieds de long, 3 pouces de large, & 4 à 5 lignes d'épaiſſeur.

Le fer *rond* a 6 à 7 pieds de long, ſur 9 lignes de diamêtre.

Le fer de *Carillon* eſt un petit fer qui n'a que 8 à 9 lignes de groſſeur.

Celui de *Courçon* eſt par gros morceaux de 2, 3 & 4 pieds de long.

La *Taule* eſt en feüille, & de pluſieurs largeurs & hauteurs.

Il y a outre cela le petit fer en *botte*, qui ſert pour faire les vergettes des vitres & autres ouvrages.

Je ne dis rien du fer coulé, ou qu'il faut forger exprès pour des machines, parce que les aplications qu'on en feroit ici ſeroient hors de propos.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

Des Portes que l'on fait aux Villes de Guerre.

AVANT qu'on fortifiât les Places comme on le fait depuis un ſiécle, on avoit recours à mille inventions pour garentir les Portes des ſurpriſes, on pratiquoit à droit & à gauche du paſſage des eſpeces de Corridors ou Places d'Armes garnis de Creneaux qui ſervoient à paſſer par les armes ceux qui après avoir enfoncé la premiere Porte avec le petard ou le canon ſe trouvoient arrêtées par la herſe ou autre barriere, & afin d'enfiler & voir de revers, on faiſoit quelquefois le paſſage de biais, ce qui le rendoit ſi obſcur à cauſe que l'entrée & la ſortie n'étoient point directement opoſées, qu'il reſſembloit à un coupe-gorge. Aujourd'hui que la force des Places conſiſte dans les ouvrages détachés, on fait les Portes beaucoup plus ſimples. On ſe contente de les couvrir par une demi-Lune lorſqu'elles ſont conſtruites dans le milieu des courtines & d'en deffendre l'entrée par les flancs des Baſtions voiſins, & pour en juger d'un coup d'œil, il ſuffira de conſiderer les Planches 13 & 14, qui comprennent les Plans, Profils & Elevations d'une porte avec toutes les dimenſions de ſes parties que l'on a cottées exprès pour n'avoir pas recours à l'échelle; ainſi ſans entrer dans un grand détail je dirai ſeulement que les ouvertures des Portes entre les piés-droits doivent avoir 9 à 10 pieds ſur 13 à 14 de hauteur, que le paſſage eſt accompagné de Pilaſtres de diſtance en diſtance pour porter les arcs-doubleaux de la Voute, que ces Pilaſtres ont 2 pieds & demi de largeur ſur 4 ou 5 pouces de ſaillie, qu'on pratique entre deux des niches ménagées dans l'épaiſſeur des piés-droits qui ſervent à retirer les gens de pied quand le paſſage eſt embarraſſé par quelque voiture. A l'égard de l'épaiſſeur des piés-droits, je croi qu'il eſt inutile d'en parler, puiſque ſi l'on eſt bien prévenu de ce qui a été enſeigné ſur la pouſſée des terres & celles des Voutes, l'on pourra ſans difficulté trouver l'épaiſſeur qu'il faut leur donner, ſelon la grandeur & la figure de la voute; & ayant dit auſſi dans le troiſiéme Livre, les précautions qu'il falloit prendre pour garantir les voutes des injures du tems, on ne doit point ignorer non plus ce qu'il faudra faire ſi une partie du paſſage n'étoit point couverte par un Bâtiment qui regnât d'un bout à l'autre, comme

PLANCH 13 & 14

cela ſe rencontre ordinairement, ainſi qu'on le peut voir dans le Profil de la Porte dont nous parlons, où l'on remarquera que le paſſage du Rempart au-deſſus de la Voute n'eſt pas entierement couvert, n'y ayant que deux petits bâtimens, dont l'un fait face à la Campagne & l'autre à la Ville, le premier ſert pour loger l'orgue qui eſt une Porte à couliſſe qui ſe léve & ſe baiſſe perpendiculairement par le moyen d'un tour qu'on lâche de façon que l'orgue peut tomber tout d'un coup; cette Porte ſert à couper le paſſage aux ennemis en cas de quelque ſurpriſe en tems de ſiége, ſi le Pont-Levis venoit a être rompu par le canon; l'autre bâtiment qui eſt du côté de la Ville, eſt deſtiné à loger un Capitaine des Portes ou un Ayde-Major de la Place.

Pour veiller à la ſûreté des Portes l'on fait deux Corps de Garde, l'un pour l'Officier & l'autre pour les Soldats, & on pratique entre deux un veſtibule au-deſſus duquel eſt le bâtiment dont nous venons de parler, & à côté de ces Corps de Gardes l'on fait deux Eſcaliers de Pierre de Taille pour monter au rempart.

Le Corps de Garde de l'Officier ne devant pas être à beaucoup près ſi grand que celui des Soldats, on conſtruit à côté une priſon & alors la façade des deux Corps de Garde ſe trouve de même grandeur, ce qui offre avec celle du bâtiment ſuperieur une décoration aſſez belle, comme on le peut voir ſur la Planche 13 & même ſur la 15 qui comprend encore une autre Porte de Ville à peu-près ſemblable à la précedente: J'ai raporté ces deux Portes exprès afin de donner quelque exemple de la maniere dont il faut détailler les deſſeins qui repréſentent les Plans, Profils & Elevations des projets ou des réparations des Edifices dont les Ingenieurs ſont chargés, puiſque c'eſt en copiant de ſemblables morceaux que les jeunes gens peuvent ſe mettre dans l'habitude d'en faire d'autres. Pour avoir une plus grande intelligence de la conſtruction de la premiere Porte, il faut lire l'article qui répond à la 30e page du ſixiéme Livre.

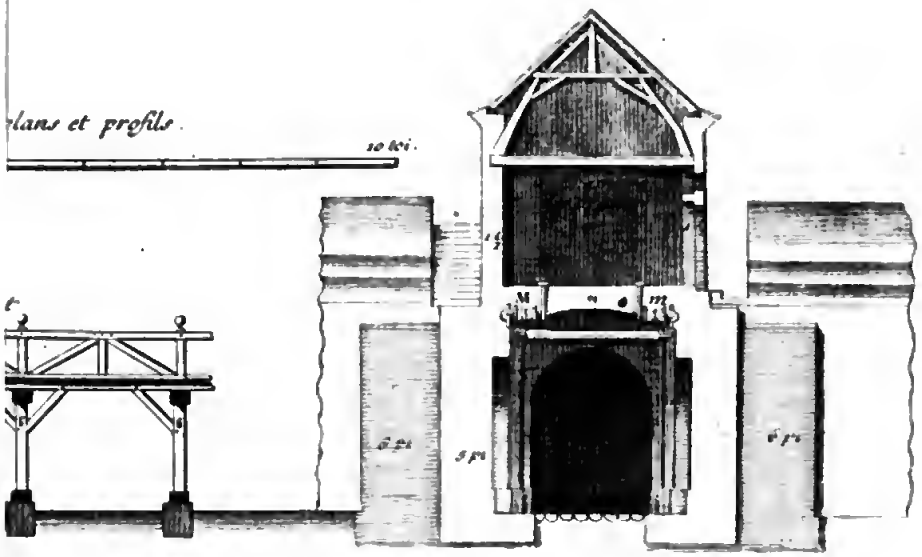
Comme dans les Places conſidérables, il y a pluſieurs poſtes depuis la Porte juſqu'à la derniere barriere, on y fait des Corps de Gardes qui ſont à peu-près ſemblables à celui qui eſt ſur la Planche 15 dont il ſuffit de conſidérer le Plan & l'Elevation pour juger de ſa diſtribution. On remarquera ſeulement qu'on a pratiqué un poële à la façon d'Allemagne, qui ſe trouvant entre le Corps de Garde de l'Officier & celui des Soldats peut les échauffer tous deux.

L'on fait des façades d'Architecture en dehors des Portes pour les orner, au ſujet deſquelles je ne dirai pas grand choſe préſentement, parce que les proportions de leurs ornemens dépendent des

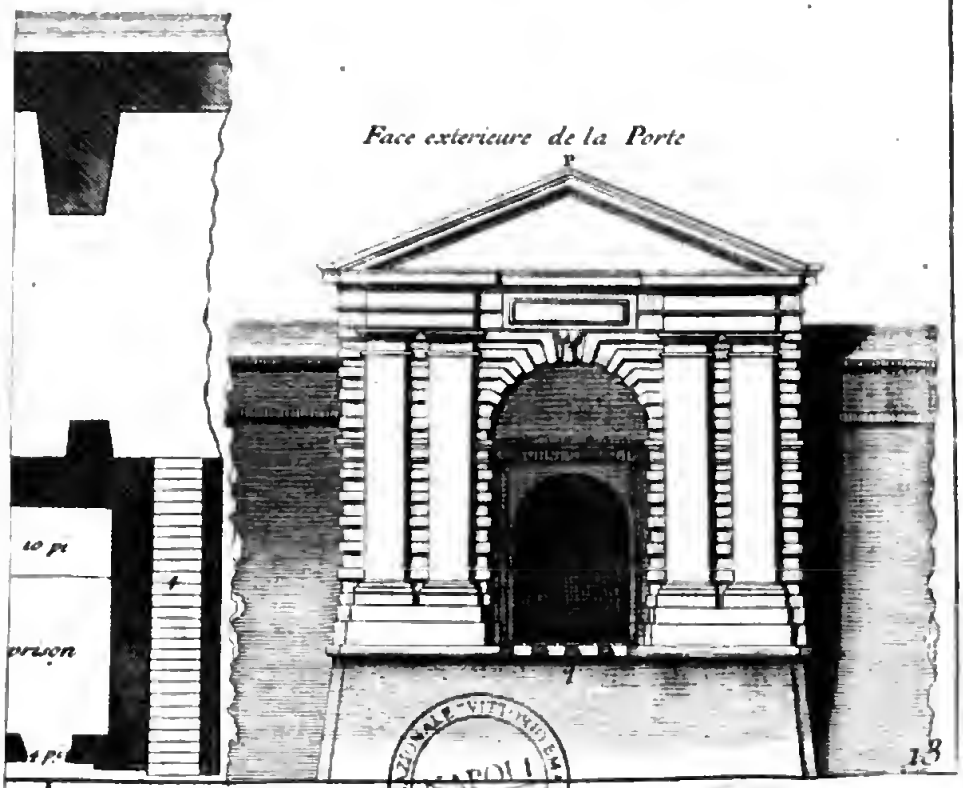
...on d'une Porte de ville

Profil coupé sur la largeur C D de la Porte

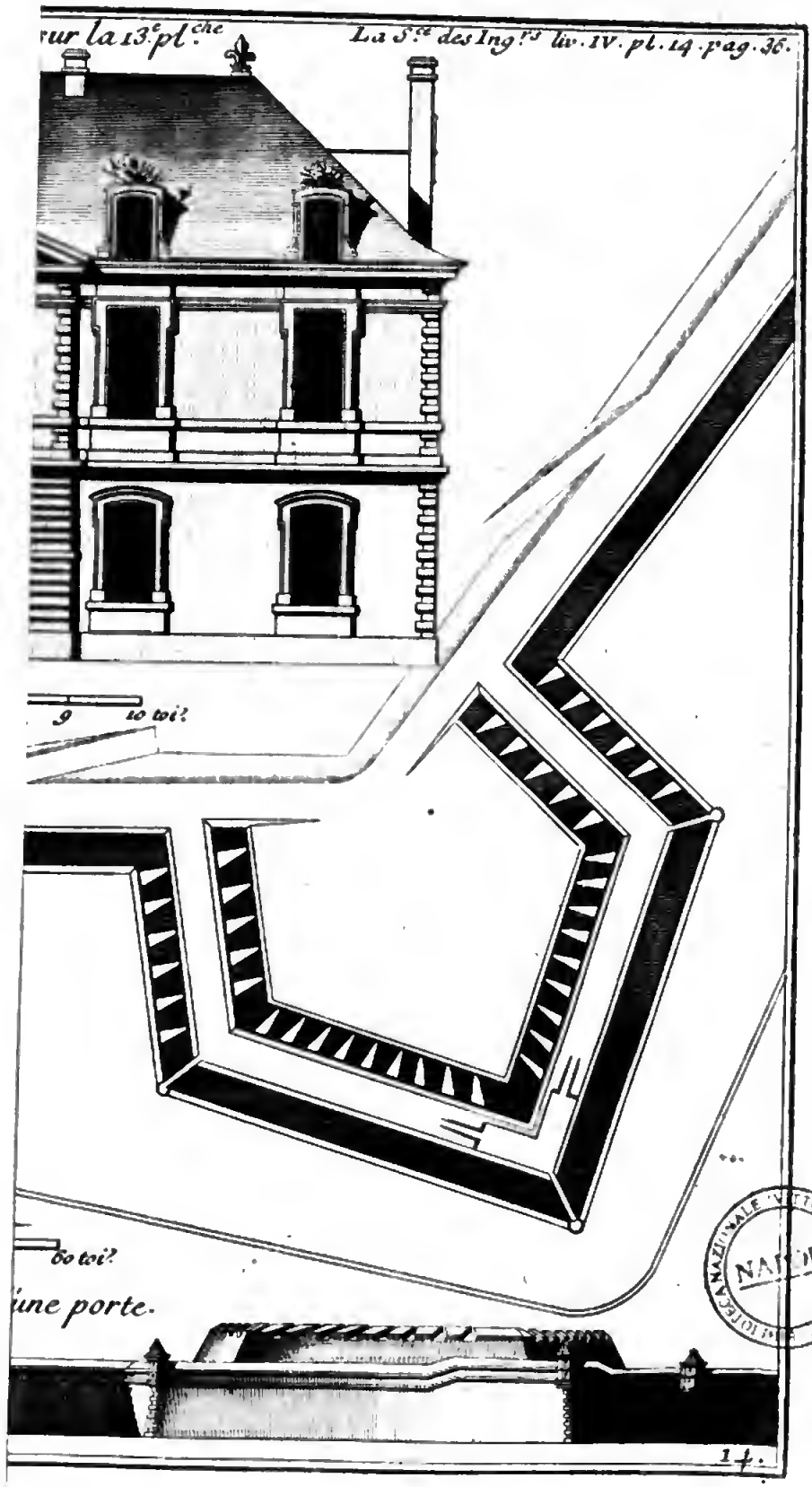
...lans et profils.



Face exterieure de la Porte



NAPOLI


ur la 13.e pl.che
La 5.te des Ing.rs liv. IV. pl. 14. pag. 36.
9 10 toi?
60 toi?
une porte.
14.

régles que l'on trouvera dans le cinquiéme Livre : celle qui eſt ſur la Planche 13 me plairoit aſſez, elle a quelque choſe de grand quoique ſimple & ruſtique & n'eſt que d'une dépenſe médiocre. Celle de la Planche 15 n'eſt pas ſi belle, auſſi la ſupoſe-t'on faite pour un endroit où on ne jugeroit pas à propos de donner dans le magnifique. On en peut voir encore quatre autres beaucoup plus élegantes ſur les Planches 16 & 17 que je donne à deſſein de montrer que la belle décoration n'eſt pas incompatible avec les Fortifications : elles ont eû l'aprobation des plus habiles Architectes, on les trouvera peut-être trop riches pour être employés à des Villes de guerre ; mais je pourrois dire que la dépenſe n'a jamais effrayé nos Rois, puiſqu'à Lille & à Maubeuge, & à pluſieurs autres Places, on y voit des Portes qui ſont au moins auſſi magnifiques que celles-ci. PLANCH. 16 & 17

Les Portes ſe ferment ordinairement par un Pont qu'on peut lever & baiſſer de pluſieurs manieres, la plus ancienne & qui eſt encore en uſage en bien des endroits eſt celle qui ſe fait avec une baſcule qui eſt compoſée de pluſieurs pieces de charpente & principalement de deux flêches, aux extrêmités deſquelles il ya des chaînes qui ſont attachées au tablier du Pont pour lui donner le mouvement, comme on le peut voir dans la deuxiéme Figure de la Planche 18 : on n'en fait plus ainſi aux Places neuves, parce que les flêches font voir de loin quand le Pont eſt levé ou baiſſé & que le canon de l'ennemi peut facilement les rompre, par conſéquent faire baiſſer le Pont ſans que ceux de la Place puiſſent l'empêcher : un autre défaut, c'eſt qu'on eſt obligé de couper les plus beaux ornemens du frontiſpice de la Porte pour loger les flêches, comme on le peut remarquer à la façade dont nous parlons. PLANCH. 18. FIG. 2.

L'on s'eſt ſervi dans quelqu'endroit d'un autre ſorte de Pont-Levis dont les flêches ne paroiſſent point en dehors de la Place, tel eſt celui qui eſt repréſenté dans le premier Profil, qui montre que la fléche *BD*, tourne ſur ſes tourillons à l'endroit *C*, de maniere que la chaîne *AB*, étant d'un côté bien arrêtée au tablier *A* du Pont & de l'autre à l'extrémité *B* de la flêche, on tire la chaîne *DE* pour baiſſer la baſcule, tandis que l'extrémité *B* décrit l'arc *BG*, l'extrémité *A* du Pont décrit l'arc *AF* ; ce Pont auroit ſon mérite, ſi pour loger les flêches, il ne falloit un trop grand eſpace qui retrecit beaucoup le paſſage du rempart au-deſſus de la Porte, ce qui peut gêner le charroy du canon & les autres ſervices du rempart ; d'ailleurs on ne peut vouter le deſſus de la Porte à moins qu'on ne faſſe une Voute extrémement élevée qui ne conviendroit point, parce

que le bâtiment de deſſus ſeroit trop en vûë auſſi-bien que la façade. Cependant c'eſt une néceſſité que le paſſage des Portes ſoit couvert à l'épreuve de la bombe pour prévenir les accidens qui pourroient arriver en tems de Siége, puiſqu'il n'en faudroit qu'une pour y cauſer un grand déſordre.

PLANCH 13. Le Profil qui eſt ſur la Planche 13, repréſente une fermeture de Porte meilleure que la précédente ; à l'extrémité *I* du tablier, eſt une chaîne *IG* de chaque côté, qui étant attachée par l'un de ſes bouts, l'autre va paſſer ſur deux poulies *G* & *F* & eſt arrêtée enſuite à l'endroit *K* de la Porte *HK*, qui eſt ſuſpenduë en l'air quand le Pont eſt baiſſé, & ſe ferme quand le Pont eſt levé en tournant ſur des tourrillons *H* : car tandis que le Pont en ſe levant décrit l'arc *IG*, la Porte décrit l'arc *KL* : ce qui ſe fait en tirant la chaîne *KE* vers *L*, & pour juger encore mieux comme ſe ferme cette Porte, il n'y a qu'à jetter les yeux ſur le Profil qui eſt coupé ſur la largeur *CD*, on y verra les poulies *Mm*, & la diſpoſition de leurs crapaudines ; j'ajoûterai qu'on pratique un Guichet dans la Porte, afin que lorſqu'elle eſt baiſſée on puiſſe aller fermer les verroux de la baſcule.

Comme il y a long-tems qu'on s'eſt aperçû que les Pont-Levis à flêches étoient ſujets à pluſieurs inconveniens, on les a fait à baſcule comme on le voit dans le Profil qui eſt ſur la Planche 15 ; ce Pont eſt compoſé de pluſieurs poutrelles, comme *IF*, qui ont environ 28 pieds de longueur. Une partie de ces poutrelles étant recouverte de madriers, compoſent par leur aſſemblage le tablier *HF*, & le reſte comme *HI*, (qui eſt ce que l'on nomme *baſcule*) ſert de contre-poids pour donner le mouvement au Pont par le moyen des tourrillons qui ſont à l'extrémité d'une barre de fer, qui étant entretenuë avec les poutrelles, traverſe toute la largeur de la Porte à l'endroit du ſole ; cette baſcule eſt logée dans une cave que l'on nomme auſſi *Cage de la baſcule* qui eſt couverte par un Pont dormant compoſé de poutrelles & de madriers. Quand on met le Pont-Levis en mouvement, la baſcule décrit l'arc *IK*, tandis que le tablier décrit l'autre *FG* pour deſcendre dans la cave ; on fait un eſcalier pratiqué dans l'un des piés-droits, comme il eſt figuré au Plan de la Porte qui répond au Profil dont nous parlons.

On ne fait plus préſentement de ces ſortes de Ponts, parce qu'à le bien prendre ils ſont encore plus défectueux que les autres à flêches ; car la cage eſt d'une grande dépenſe, & affoiblit beaucoup le mur de face, ils ſont ſujets à des réparations continuelles & difficiles à manœuvrer. Un autre inconvenient, c'eſt que la cage qu'il

faut faire pour loger la baſcule ne peut avoir lieu qu'aux Places dont les foſſés ſont à ſec ; car s'ils étoient inondés, il faudroit que le rez-de-chauſſée de la Porte, fut au moins de 15 pieds au-deſſus du niveau des plus hautes eaux, autrement elle pénetreroit dans la cave, en dégraderoit la maçonnerie & cauſeroit une grande difficulté de hauſſer & baiſſer le Pont, ſurtout en hyver où venant à ſe gêler, la baſcule pourroit ſe trouver priſe.

On préſenta en 1708 à *M. le Pelletier de Souſy*, pous lors Directeur Général des Fortifications de France, un modèle de Pont-Levis fort ingenieux qui a été exécuté à *Givet* en 1716.

Si l'on jette les yeux ſur le troiſiéme deſſein de la Planche 18, l'on verra que le tablier *B*, ſe leve par le moyen de deux flêches qui ont 12 ou 13 pieds de longueur, ſur 10 à 11 pouces de groſſeur au milieu, revenant à 8 & 9 par les bouts, elles ſont traverſées par le milieu d'un axe de fer d'environ deux pouces quarrés, & de 16 à 18 pouces de longueur : les deux bouts qui excedent la flêche ſont arrondis ſur 3 à 4 pouces de longueur & tournent ſur deux crapaudines, dont l'une eſt poſée au milieu du tableau de la porte au point *G*, & l'autre faite en *S*, paſſe au-devant de la flêche comme le marque le profil au même point *G*, laquelle eſt attachée par un goujon de fer à chacune de ſes extrémités & ſcellée en plomb dans la partie du tableau la plus avancée, ces goujons ſont faits en vis par leur extrémité pour recevoir un écrouë ſemblable à ceux que l'on met aux eſſieux des carroſſes, afin de pouvoir démonter les flêches lorſqu'il faut les renouveller. PLANCH. 18. FIG. 3.

Les deux flêches ſont liées au tablier du pont *B*, & à la baſcule *H*, par deux barreaux de fer arrondis, ou à pans qui ont leur mouvement à chaque extrémité dans des œillets, ou par des doubles charnieres, de ſorte que tirant la chaîne *I*, à meſure que la baſcule deſcend & tourne ſur les tourillons *K*, le pont monte juſqu'à ce que tout ait pris une ſituation verticale. Quoique ce mouvement ſoit plus compoſé que celui des baſcules ordinaires ; il n'a pas laiſſé de fort bien réuſſir à *Givet* & à *Toul*, où on l'a mis en œuvre ; mais ce pont que l'on nomme *en Zieczague*, n'eſt pas d'une invention nouvelle, comme on l'a voulu inſinuer à Mr Pelletier ; il s'en trouve de ſemblables en pluſieurs Villes d'Allemagne, qui y ont été conſtruits depuis long-tems, entr'autres *à Hambourg & à Lubec.*

Nouvelle maniere de Pont-Levis.

Après avoir examiné les differentes ſortes de Ponts qu'on a PLANCH. 20.

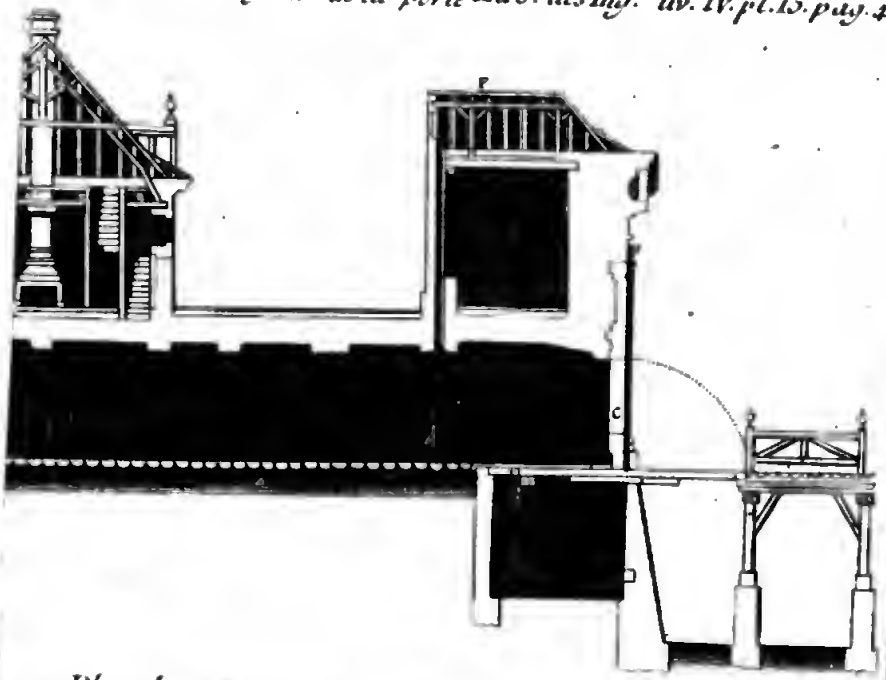
imaginé pour fermer les Portes des Villes, j'ai cherché ſi je ne trouverois pas quelque moyen plus ſimple que ceux que je viens de raporter, car à mon ſens ce n'eſt point aſſez de faire la deſcription des choſes qui ſont en uſage : ceux qui ſe mêlent d'écrire ſont dans une eſpece d'obligation de travailler à les perfectionner, autrement les arts ne font point de progrés ; les livres ſe multiplient ſans que ceux qui les liſent en deviennent plus éclairés. Pour entendre parfaitement le Pont que j'ai imaginé, il eſt à propos que j'expoſe le raiſonnement que je me ſuis fait à moi-même, le voici.

Voyez la Figure qui eſt au bas de la Planche 20.

L'on ſupoſe que *AB* eſt un lévier ſans péſanteur, dans le milieu duquel on a ſuſpendu un poids *D*, qu'on regardera comme réuni au point *C*, qu'une des extrêmités *B* peut tourner au tour d'un point fixe ; qu'à l'autre extrêmité *A*, l'on a attaché une corde qui va paſſer ſur deux poulies *E* & *F*, pour ſoutenir un poids *G*, qui eſt en équilibre avec celui du levier, enfin que la verticale *BE*, eſt égale à la longueur *BA*.

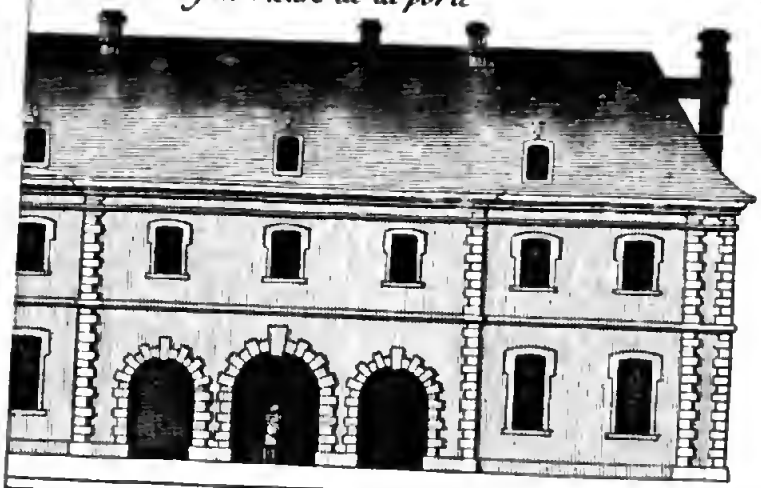
Pour que le poids *G* ſoit en équilibre avec celui qui répond au point *C* ; il faut ſelon les principes de la mécanique, que la péſanteur de l'un ſoit à celle de l'autre, dans la raiſon réciproque des perpendiculaires, tirées du point d'apui *B*, ſur les lignes de directions *AE* & *CD*, ainſi le poids *G* doit être au poids *C*, comme *BC* eſt à *BI*, c'eſt-à-dire, comme le côté d'un quarré eſt à ſa diagonale, par conſéquent l'on pourra quand on le jugera à propos, à la place des poids *G* & *C*, prendre les lignes *BC* & *BI*, puiſqu'elles ſont dans le même raport. Or ſi l'on donnoit au lévier *AB* une ſituation oblique *KB*, il eſt conſtant que l'équilibre ſeroit rompuë, puiſque le poid *D* n'agiſſant plus ſelon une direction perpendiculaire au lévier *KB*, ne fera pas tant d'effort qu'auparavant, pour contrebalancer l'action du poids *G*, c'eſt pourquoi ce dernier deſcendra le long de la verticale *FH* avec précipitation, tant que le point *K* ſoit parvenu en *E*, ce qui ne peut arriver autrement, à moins que le poids *G* en deſcendant, ne rencontre des obſtacles qui diminuent l'action de ſa péſanteur abſoluë, ſi ces obſtacles étoient cauſés pat des plans inclinés dont les differentes inclinaiſons fuſſent proportionnées aux ſinus des angles, comme *MLB* qui deviennent toûjours plus petits, à meſure que le lévier aproche de la verticale, il eſt certain que ces plans inclinés, cauſeront l'équilibre du poid *D* avec le poids *G*, dans quelque ſituation que ſoit le levier, mais pour que cela arrive, il faut que les plans changent à tout moment, & que chacun en particulier comprenne un eſpace infiniment petit, d'où il s'enſuit qu'ils formeront

Il coupé sur la longueur de la porte La S.te des Ing.rs liv. IV. pl. 15. pag. 40

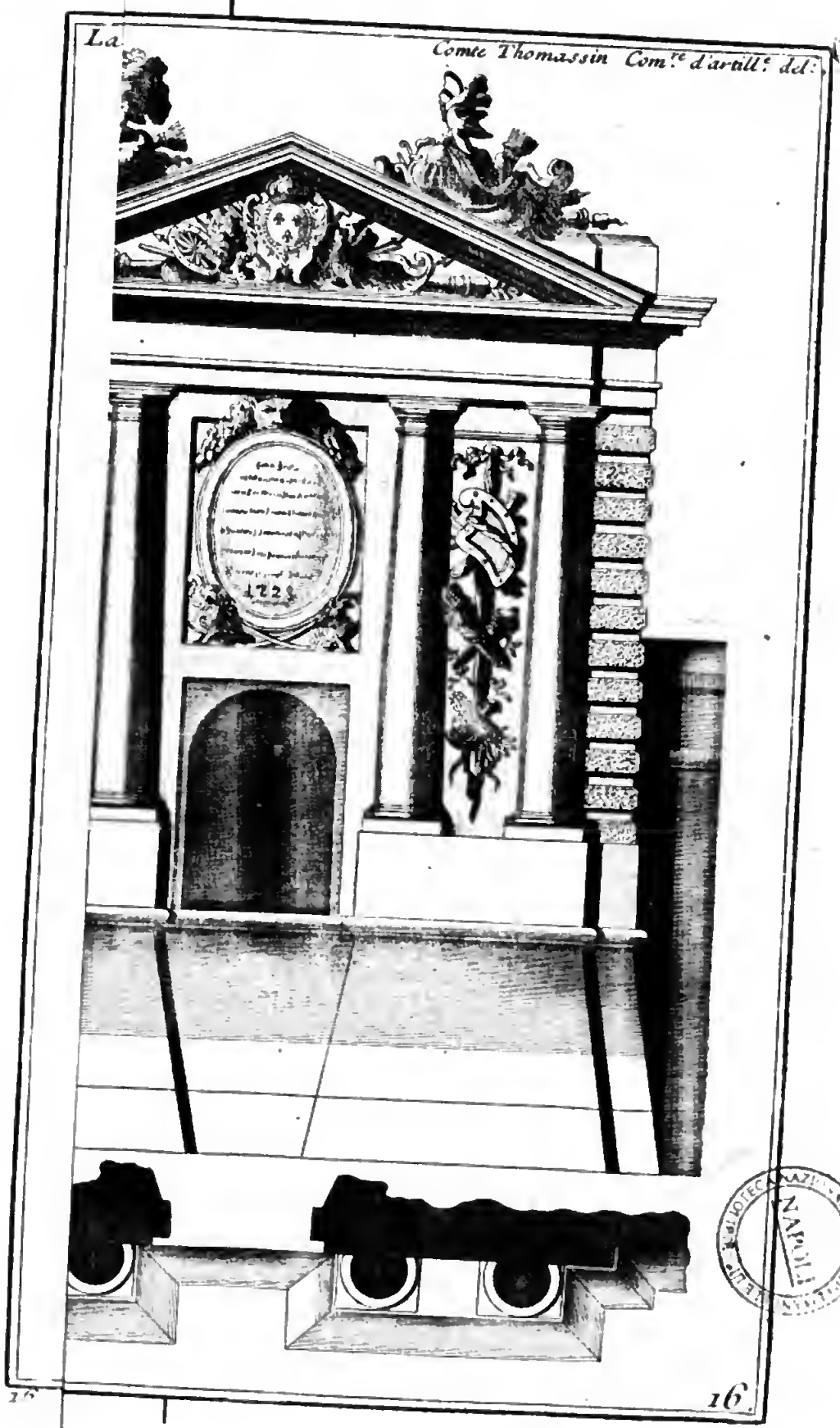


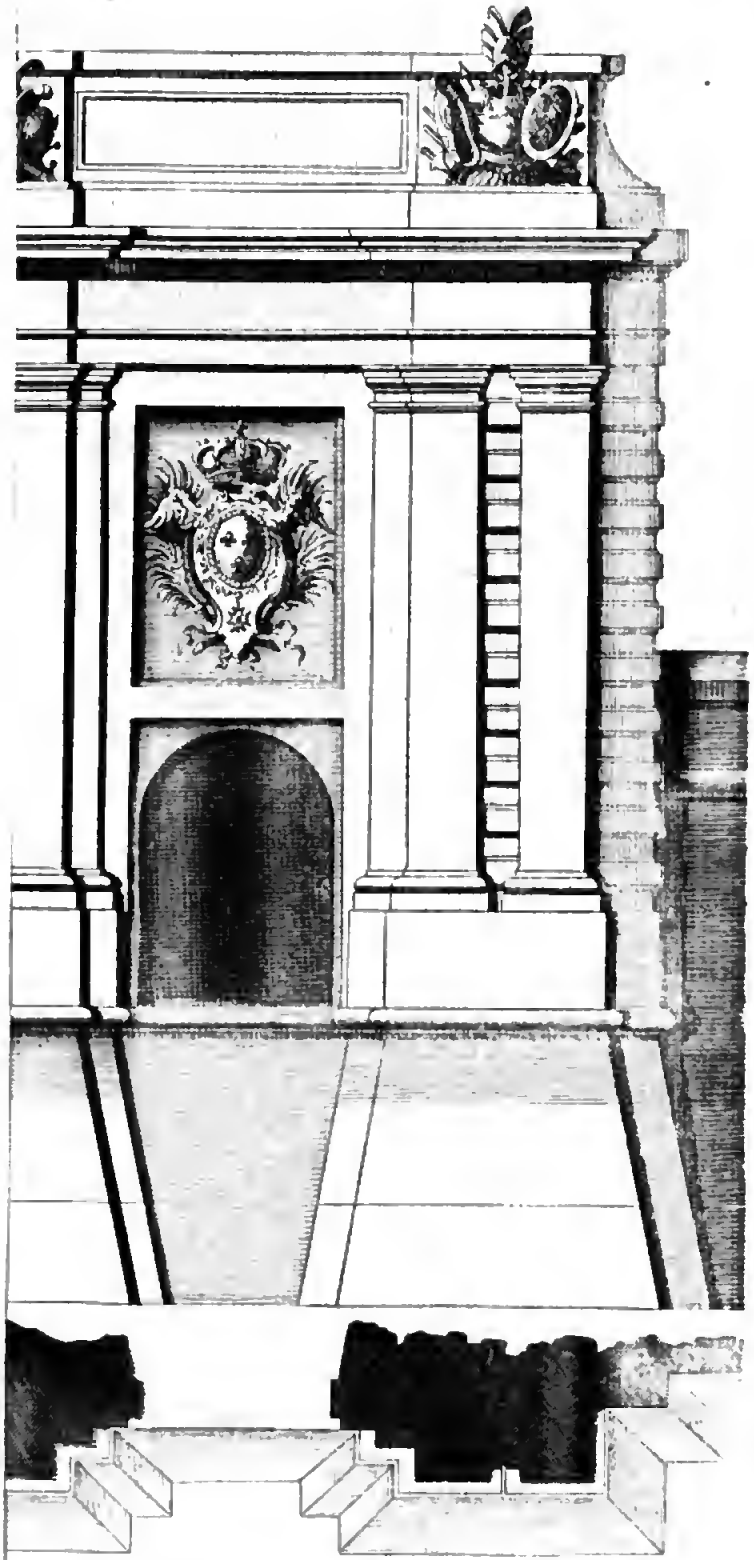
Plan du rempart au dessus de la porte

Elevation jnterrieure de la porte



NAPOLI


La
Comte Thomassin Com.re d'artill.e dd.
1725
16



Echelle de la 2e porte.

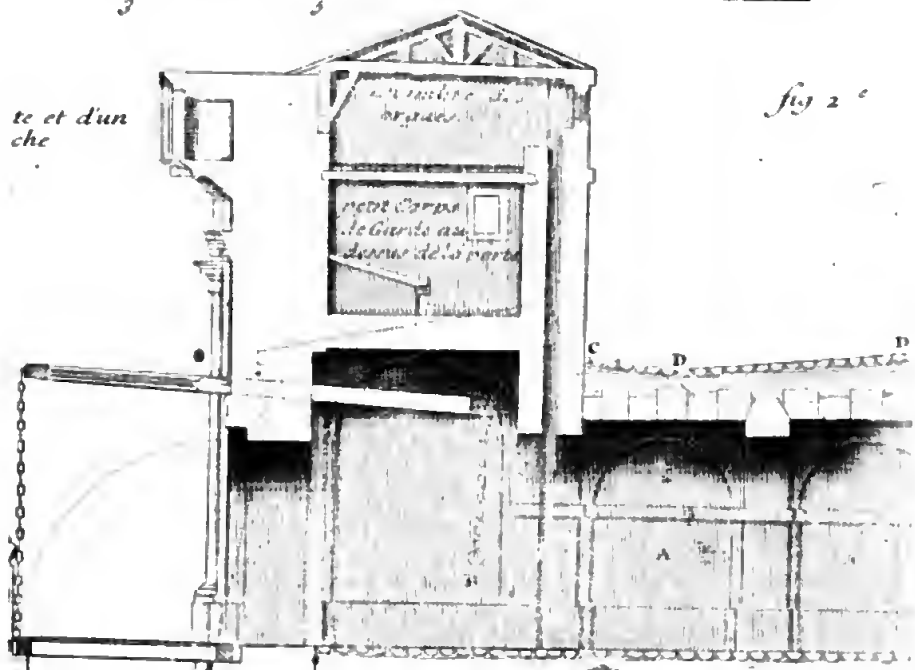
2 3 4 5 6 7 8 toi.

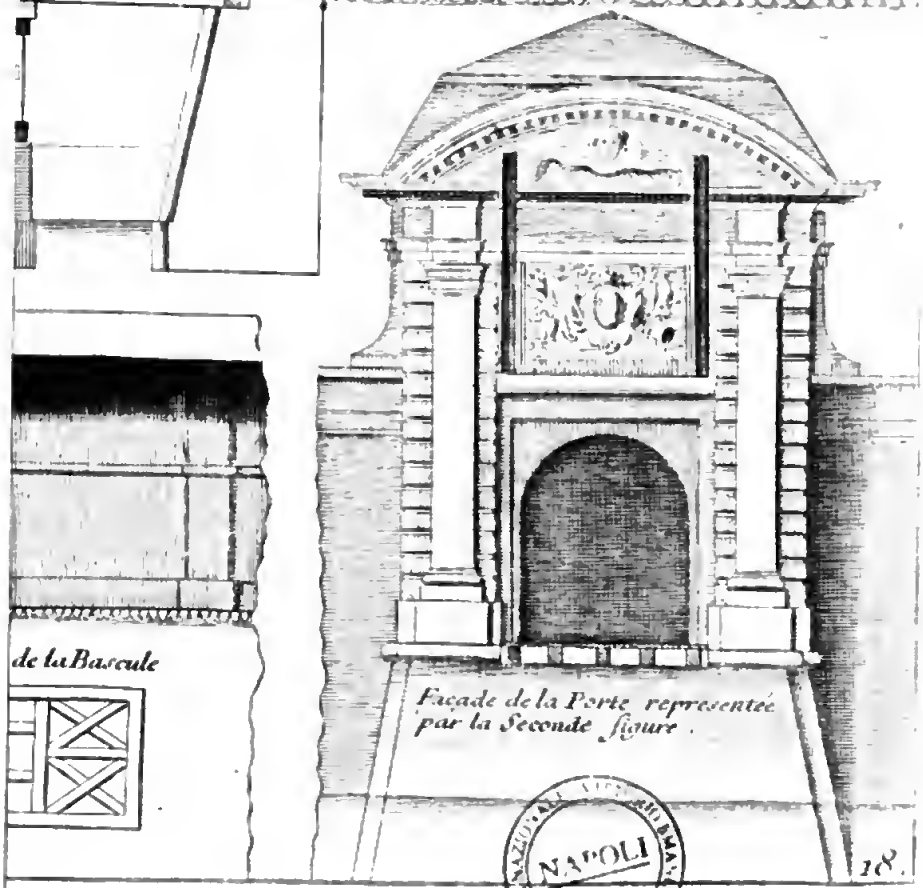
Digitized by Google

Echelle de la Seconde figure

te et d'un
che

fig 2 e





de la Bascule

Façade de la Porte representée par la Seconde figure.

NAPOLI

18.

ſont tous enſemble une courbe *YSVX*, & ainſi la queſtion ſe réduit à ſavoir, comme il faut conſtruire cette courbe, pour que les deux poids ſoient toûjours en équilibre, dans toutes les ſituations où ſe peut trouver le levier, en venant de *A* en *E*.

Remarquez que quand l'extrêmité *A* du levier *BA*, décrira le quart de cercle *ANE* en venant joindre le point *E*, l'extrêmité *C* de la ligne *BC*, décrira le quart de cercle *CQ*; or quand le point *A* ſera parvenu en *K* & en *N*, le poids *C* ſera parvenu en *L*, & en *O*, & monté d'une hauteur exprimée par les perpendiculaires *LM* & *OP*, qui ſont les ſinus des angles formés par le levier & le rayon *AB*; on peut donc dire que tous les ſinus du quart de cercle *CQ*, en commençant depuis le plus petit, exprimeront de ſuite le chemin que le poids *C* fera dans le tems que l'extrêmité *A* du levier parcourera les points du quart de cercle *ANE*; mais il ſuffit pour que les deux poids *L* & *G* ſoient en équilibre, dans la ſituation où eſt le levier *KB*, que l'élevation *ML* du premier, ſoit à la deſcente verticale *YR* du ſecond, en raiſon réciproque de la peſanteur abſoluë de ces deux poids, * & comme la même choſe doit arriver dans toutes les autres ſituations du levier & du poids *G* puiſque leur mouvement dépend toûjous l'un de l'autre; quand le poids *C* ſera en *O*, & le poids *G* en *V*, l'on aura encore que le poids *G* eſt au poids *O*, comme l'élevation *OP* eſt à la deſcente verticale *YT*; & ſi à la place des poids *C* & *G*, on prend les lignes *BI* & *BC*, qui ſont en même raiſon, on pourra connoître le raport de tout les ſinus, comme *LM* & *OP*, avec les verticales *YR* & *YY*; d'un autre côté il ſera aiſé de déterminer les perpendiculaires *RS* & *TV*, pour avoir les points *S* & *V* de la courbe; puiſque la diſtance du centre de la poulie *F* à chaque point *S* & *V* ſera toujours égale à la difference de la longueur de la corde compriſe depuis *A* juſqu'en *G*, aux parties *KEF* & *NEF*, qui diminuent toujours à meſure que le levier aproche de la verticale; ainſi nous avons tout ce qu'il faut pour conſtruire la courbe qui ſera géometrique, puiſque nous n'employons dans ſa conſtruction que des grandeurs, dont la relation eſt connue: & comme ce ſont les ſinus qui déſignent le raport de ces grandeurs, il m'a paru que pour donner un nom à la courbe, qui fût tiré de ſa géneration même, il étoit naturel de l'appeller *la Sinuſoide*.

* Voyez le C. de M. art. 799. & 300.

Conſtruction de la Sinuſoide.

Il faut d'abord diviſer le quart de cercle *CQ*, en un grand nom-

bre de parties égales, par chaque point de diviſion comme *L* & *O*, abaiſſer les perpendiculaires *LM*, *OP*, &c. ſur le demi diamétre *CB*, tirer les rayons *BK*, *BN*, &c. auſſi bien que les lignes *KE*, *NE*, &c. enſuite chercher aux lignes *BC*, *BI*, & au ſinus *LM*, (que nous regarderons comme le plus petit de tous), une quatriéme proportionnelle que l'on portera ſur la verticale *FH*, en commençant du point *Y*, qui répond immédiatement au-deſſous du poids *G*, & ſupoſant que *YR* ſoit égale à la quatriéme proportionnelle qu'on vient de trouver, on élevera au point *R* la perpendiculaire *RS* indéfinie, on cherchera de même aux lignes *BC*, *BI*, & au ſinus *OP*, (que nous ſupoſons ſuivre immédiatement le plus petit *LM*,) une quatriéme proportionnelle qu'on portera depuis *Y* juſqu'en *T*, & on élevera encore la perpendiculaire *TV*.

Le triangle *CBI* étant rectangle & iſocelle, il ſera bien aiſé de trouver toutes les quatriémes proportionnelles dont nous avons beſoin; car ſi l'on prend chaque ſinus comme *LM* ou *OP*, pour le côté d'un quarré, la diagonale de ce quarré ſera quatriéme proportionnelle aux lignes *BC*, *BI*, & au ſinus qu'on aura pris pour côté du quarré, ce qui eſt bien évident à cauſe des triangles ſemblables.

Après qu'on aura toutes les perpendiculaires, comme *R*, *S*, *T*, *V*, &c. on tirera une ligne *de*, égale à la longueur de la corde *AEFG*, l'on prendra dans cette ligne (en commençant de l'extrêmité *d*,) la partie *df*, égale à la diſtance du centre de la poulie *F* au poids *G*, c'eſt-à-dire, égale à cette partie de la corde qui eſt paralelle à la verticale *FH*, quand le levier *AB* eſt horiſontal; on prendra la difference de la ligne *KE*, qui répond au rayon de la premiere diviſion à la ligne *AE*, & on portera cette difference depuis *f* juſqu'en *h*, alors on prendra la longueur *dh* avec un compas, pour décrire un arc qui aura pour centre celui de la poulie *P*, & cet arc venant couper la perpendiculaire *RS*, donnera le point *S* qui eſt un de ceux de la courbe, par le moyen duquel on aura l'ordonnée *Sa*, & ſon abſciſſe *Ya*, de même prenant la difference des lignes *NE* & *AE* pour la porter de *f* en *j*; ſi l'on ouvre le compas de l'intervalle *dj*, & que du centre *F* de la poulie, on décrive un arc qui vienne couper la perpendiculaire *TV*, on aura un autre point *V* de la courbe, qui donnera l'Ordonnée *Vb* & l'abſciſſe *BIY*; enfin le point N étant parvenu en *E*, toute la ligne *AE* pourra être priſe pour ſa difference avec zero, & le portant depuis *F* juſqu'en *K*, ouvrant le compas de l'intervalle *dK*, on décrira du centre ordinaire, un arc qui venant rencontrer la derniere perpendiculaire *bX*, donnera le point *X* qui ſera celui de la courbe où va ſe ter-

miner le poids *G*, quand le levier *AB* eſt vertical.

Je crois qu'il n'eſt pas beſoin de dire que pour tracer la courbe avec beaucoup de juſteſſe, il faut prendre les ſinus bien près les uns des autres, afin d'avoir un grand nombre de points comme *S*, *V* &c. Il eſt à propos de remarquer que la plus grande ordonnée *ZX*, ou *YH*, de la courbe, eſt égale à la perpendiculaire *BI*, c'eſt-à-dire au côté du quarré, dont la diagonale ſeroit de même longueur que le levier *AB*; car comme la ligne *YH* ſera la plus grande de toutes les quatriémes proportionnelles, qu'on aura été obligé de chercher pour tracer la courbe, on ne l'aura trouvé que lorſque le levier *AB* ſera vertical, & alors comme il formera un angle droit avec l'horiſontal, le ſinus de cet angle ſera égal au rayon *BQ*, par conſéquent l'on aura *BC*, *BI*:: *BQ*, *YH*; mais comme dans cette proportion les deux antecedens *BC* & *BQ* ſont égaux, étant rayon d'un même cercle, les deux conſéquens *BI* & *YH* le ſeront donc auſſi.

Par cette remarque on pourra toûjours (connoiſſant la longueur du levier *AB*,) ſavoir à quel point de la verticale *FH* ira ſe terminer la baſe *HX* de la Sinuſoide, quand on aura déterminé la poſition du point *Y*, où cette courbe doit prendre ſon origine.

L'on remarquera encore que tout ce qu'on vient de dire, peut s'apliquer aux Pont-Levis; car le lévier *AB* peut être pris pour le profil du tablier qui tourne autour de ſes tourillons *B*, & dont la peſanteur eſt réünie au centre de gravité *C*; ainſi il ne s'agit plus que d'executer tout ce qui doit en faciliter le mouvement; & c'eſt ce que l'on va voir dans l'aplication ſuivante.

Aplication de la Sinuſoide aux Ponts-Levis qui ſervent à fermer l'entrée des Villes.

Ayant déterminé la largueur *IK* de la porte, qui eſt, comme nous l'avons dit, de 9 pieds ou 9 pieds & demi, il faut à droit & à gauche reculer les piés-droits de la Voûte d'environ 4 pieds au-delà des tableaux *IG* & *KG*, afin de pratiquer deux niches pour y loger les couliſſes *BF*, le long deſquelles doivent rouller les poids qui ſerviront à donner le mouvement au Pont que nous nommerons par la ſuite *poids de baſcule*. L'élevation d'une des couliſſes eſt repréſentée au profil de la porte où l'on voit que la courbe *SYE*, n'eſt autre choſe que la *Sinuſoide* executée en Maçonnerie. Ce profil montre auſſi que le poids de baſcule *D*, eſt attaché à une chaîne qui paſſe ſur deux poulies *B* & *A*, pour aller joindre le chevet *C*, du Pont.

Car l'on doit concevoir que derriere les tableaux de la porte, on a ménagé des fentes dans la maçonnerie pour y placer les poulies, afin que la chaîne qui doit donner le mouvement au Pont, puiſſe aller & venir librement; c'eſt pourquoi l'on ſupoſe que cette chaîne eſt ronde. On remarquera auſſi que le chevet doit être plus long que le Pont n'eſt large, afin que les chaînes qui ſont à ſes extrêmités ſe trouvent vis à-vis des poulies.

Si les poids de baſcule ſont en équilibre avec le Pont, il eſt certain que par la proprieté de la Sinuſoide à quelque point qu'on voudra du quart de cercle *CR*, le Pont reſtera toûjours immobile en allant de *CR*, ſans que les poids l'entraînent, puiſqu'ils demeureront eux-mêmes en repos aux endroits des couliſſes où ils ſe trouveront; par conſéquent il ſuffira que l'on aide tant ſoit peu les poids à vaincre le frotement pour que le Pont ſe léve, ſans être obligé d'employer une force conſiderable pour lui faire décrire le quart de cercle *CR*; ce qui ſe fera d'un mouvement uniforme ſans ébranlement ni ſecouſſe, de même quand on voudra le baiſſer, on n'aura qu'à pouſſer le tablier pour le faire deſcendre, enſuite paſſer deſſus pour l'aller arrêter ſur le dernier chevalet du Pont dormant avec les verroux.

Comme mon deſſein n'eſt pas que l'on touche aux poids de baſcule, par la difficulté qu'on auroit d'y atteindre, il n'y a pas de moyen plus ſimple pour obliger ces poids de deſcendre, que d'accrocher deux chaînes au Pont, environ à 3 pieds en-deçà du Chevet, dont chacune ira paſſer ſur une poulie ſituée au milieu des tableaux de la porte, & élevée de 9 pieds au-deſſus du rez-de-chauſſée; de ſorte que quand on voudra fermer la porte, il ſuffira qu'il y ait un homme qui tire chaque chaîne pour lever le Pont, dont le mouvement eſt ſi naturel qu'il ſeroit inutile d'en parler davantage, ainſi je paſſe à pluſieurs détails qu'il eſt néceſſaire d'expliquer afin de ſavoir comme on pourra connoître la péſanteur des poids de la baſcule, leur groſſeur, la grandeur des couliſſes & les autres circonſtances eſſentielles à l'intelligence de ce Pont.

La premiere choſe qu'il faut ſavoir; c'eſt qu'un pied cube de bois de chêne péſe 60 liv. & qu'un pied cube de fer en péſe 580; ainſi examinant quelles ſont les dimenſions des piéces qui doivent compoſer la charpente du Pont, il ſera aiſé de connoître combien il y entre de pieds cubes de bois, par conſéquent combien cette charpente doit péſer. Si l'on fait le chevet plus long qu'à l'ordinaire, afin que les chaînes qui doivent être attachées à ſes extrêmités ſe trouvent directement vis-à-vis les poulies, il faudra lui donner 14 pieds

de longueur ſur 10 à 10 pouces, pour que cette piéce qui a un grand effort à ſoûtenir quand on met le Pont en mouvement, ne ſoit point en danger de ſe rompre par la ſuite.

La piéce des tourillons ſe fait toûjours de dix pieds de longueur ſur 10 à 10 pouces de groſſeur; il y a ſix ſoliveaux de 12 pieds de long ſur 5 à 6 pouces de groſſeur, ſervant à porter le plancher du Pont qui eſt compoſé de madriers de deux pouces d'épaiſſeur, & qui couvre un eſpace de 12 pieds de longueur ſur 10 de largeur, & tout cela enſemble compoſe la charpente du tablier qui monte à 51 pieds 8 pouces 4 lignes cubes, qui étant multiplié par 60, donne 3102 l. pour la péſanteur de la charpente, ſur quoi il eſt à remarquer que le chevet ayant plus de péſanteur que la piéce des tourillons, les extrêmités du Pont ne ſont point égales; ainſi on ne peut pas regarder 3102 liv. comme un poids qui puiſſe être réüni au centre de gravité du Pont; c'eſt-à-dire dans le milieu de ſa longueur. Il faut donc voir à quoi peut aller cette difference qui ſera facile à connoître; car le chevet contient 9 pieds 8 pouces 8 lignes cubes, & la piéce des tourillons ne contient que 6 pieds 11 pouces 8 lignes; par conſéquent la différence eſt de 2 pieds 9 pouces, dont la péſanteur monte à 165 liv. or ces 165 étant à l'extrêmité du lévier, font deux fois plus d'effet par raport au point d'appui, que s'ils étoient dans le milieu du même lévier; c'eſt pourquoi il faut augmenter 3102 liv. de 165 liv. & alors la péſanteur de la charpente réünie au centre de gravité, ſera de 3267 liv.

Pour conſerver le plancher des Ponts-Levis, on le recouvre de barres de fer de 7 pieds de longueur poſées tant plein que vuide, elles ont un peu plus de deux pouces de largeur, & il y en entre ordinairement 32; & comme chacune eſt attachée avec 4 crampons, au lieu de 7 pieds de longueur, nous leur en ſupoſerons 7 & demi, afin d'y comprendre les crampons; ainſi ces 32 barres feront enſemble 240 pieds de longs, à quoi il faut encore en ajoûter 6 autres de chacune 6 pieds de long qui ſe mettent au-deſſous du tablier pour lier le chevet & la piece des tourillons avec les poutrelles, ce qui fait en tout 276 pieds; & le poids d'un pied de ces ſortes de barres étant de 3 liv. elles péſeront donc enſemble 828 liv. qui étant ajoûtés avec le poids de la charpente, l'on aura 4095 liv. pour la péſanteur totale du Pont réüni au centre de gravité.

Préſentement il ſera aiſé de connoître la péſanteur des poids de baſcule; car l'on ſait que la péſanteur du Pont eſt à celle des poids de baſcule dans l'état d'équilibre, comme la diagonale d'un quarré, eſt au côté du même quarré, ou ce qui revient au même, comme le ſi-

nus de l'angle droit eſt à celui de 45 degrés ; ainſi on dira ſi 100000 donnent 70710, que donneront 4095 liv. péſanteut du Pont pour celle des poids, que l'on trouvera de 2895 liv. dont la moitié qui eſt 1447, ſera la péſanteur que doit avoir chaque poids ; mais comme pour avoir égard au frotement il vaut mieux les faire plus péſans que trop legers, à cauſe qu'on ne peut pas les augmenter, au lieu qu'il n'y a point d'inconvenient de ſurcharger le Pont s'il ſe trouvoit au-deſſous de l'équilibre, il eſt à propos en faveur de toutes ces conſidérations, d'augmenter chaque poids de 100 liv. c'eſt-à-dire de les faire de 1547 liv. au lieu de 1447. Je n'ai pas dit que les poids de baſcule devoient être cilindriques ; car l'on s'imagine bien qu'on ne peut leur donner une figure qui convienne mieux pour rouler facilement le long des couliſſes, il s'agit donc de ſavoir quelle ſera la valeur de l'axe de ces cilindres, ou celle du diamêtre de leur baſe qui eſt la même choſe ; car je ſupoſe ces deux lignes égales afin que les poids ayent moins de volume.

Sachant qu'un pied cube de fer peſe 580 liv. commençons par chercher quelle eſt la péſanteur du cilindre qui ſeroit inſcrit dans un pied cube : pour cela il faut remarquer que ces deux ſolides ayant la même hauteur, ſeront en même raiſon que leur baſe, par conſéquent comme le quarré du diamêtre d'un cercle eſt à la ſuperficie du même cercle, ou ſi l'on veut comme 14 eſt à onze ; il faut donc dire, comme 14 eſt à 11, ainſi 580 péſanteur d'un pied cube de fer, eſt à celle du cilindre inſcrit, qu'on trouvera d'environ 456 liv.

Les cilindres ſemblables étant dans la raiſon des cubes de leur axe on pourra dire ſi un cilindre de 456 liv. dont le diamêtre de la baſe & l'axe ſont chacun d'un pied, donne 1728 pouces pour le cube de ſon axe ; combien donnera 1547 liv. péſanteur d'un autre cilindre ſemblable au précedent pour le cube de ſon axe, on trouvera 5862 pouces, dont extrayant la racine cube, elle ſera de 18 pouces qui eſt la valeur de l'axe que l'on demande ; il n'y a donc pas de difficulté à avoir les poids de baſcule dans la juſte proportion qui leur convient, puiſqu'on n'a qu'à demander aux Forges où l'on coule le fer, deux poids péſants chacun 1547 liv. dès qu'on leur donnera pour baſe un cercle de 18 pouces de diamêtre, & pour axe une ligne égale à ce diamêtre.

J'ajoûterai que ces poids doivent être percés dans le milieu par un trou d'un pouce en quarré afin qu'on puiſſe y paſſer un eſſieu qui ſerve à entretenir la chape qui doit en faciliter le mouvement le long des couliſſes. Cette chape eſt figurée ſur la planche où elle accompagne le poids qui eſt déſigné par la lettre *V*, ſi je dis qu'il faut faire

cet eſſieu quarré plûtôt que rond, c'eſt qu'il me ſemble que pour diminuer le frotement, il vaut mieux que les extrêmités de l'eſſieu étant arrondies, tournent avec le poids dans la chape, que ſi le poids tournoit autour de l'eſſieu.

Les couliſſes ſeront conſtruites de pierres de taille les plus dures que l'on pourra trouver, leur longueur doit être de 4 pieds & demi ou 5 pieds, & leur largeur de 18 pouces ſur autant d'épaiſſeur, les couliſſes y ſeront creulées d'environ 6 ou 7 pouces de profondeur, terminée par 2 bordures de 8 pouces d'épaiſſeur, pour entretenir les poids, & les obliger à faire toujours le même chemin.

Dans le fond de chaque couliſſe on y mettra deux barres de fer plattes qui feront la même courbure que la Sinuſoide; c'eſt ſur ces barres que rouleront les poids afin de diminuer le frotement qui ſera bien moins conſidérable que ſi la ſurface des cilindres touchoit par tout en roulant; d'ailleurs ces barres ſerviront encore à empêcher que le frotement n'uſe la pierre; & pour que les poids ne la touchent en aucun endroit, il eſt également néceſſaire d'apliquer des bandes de fer contre les bords des couliſſes, le long deſquelles les deux cercles ou baſes de chaque cilindre puiſſent gliſſer ſans jamais s'accrocher, & il ſuffira qu'entre l'un & l'autre il y ait 2 ou 3 lignes de jeu afin que le poids roule toûjours dans le même eſpace ſans qu'il puiſſe s'écarter d'aucun côté. Supoſant donc que les barres qui ſeront apliquées contre les bordures ayent chacune 3 lignes d'épaiſſeur cela fera 6 lignes pour les deux, leſquelles étant ajoutées avec l'axe du poids de baſcule; c'eſt-à-dire avec 18 pouces, ou ſi l'on veut avec 18 pouces 4 lignes, en y comprenant 4 lignes qu'il faudra donner pour le jeu des poids, on aura 18 pouces 10 lignes, qui eſt exactement la largeur que les couliſſes doivent avoir; ainſi de quelque péſanteur que ſoient les poids, dès qu'on en connoîtra l'axe, on ſçaura au juſte (en prenant garde à toutes ces petites circonſtances) la largeur dans œuvre qu'il faudra donner aux couliſſes.

Donnant 10 pouces 18 lignes de largeur aux couliſſes & 8 pouces d'épaiſſeur à chaque bordure, cela fait environ 3 pieds en tout, qui étant pris ſur la longueur de 4 pieds & demi ou 5 pieds que doivent avoir les pierres qui ſerviront à la conſtruction des couliſſes, il reſtera un bout d'un pied & demi ou deux pieds, qui doit être engagé avec la maçonnerie des piés-droits contre leſquels les couliſſes ſeront adoſſées, cette précaution étant néceſſaire pour rendre l'ouvrage plus ſolide. Il conviendroit même d'avoir des pierres de deux ſortes de longueur, les unes de 5 pieds, les autres de 5 & demi, afin de les engager alternativement de 2 pieds & de 2 pieds

& demi : à l'égard des autres bouts qui paroîtront en dehors, il faut qu'ils ſoient bien maçonnés les uns contre les autres, & cramponés avec des crampons de fer coulés en plomb, obſervant de poſer des crochets de 2 pieds en 2 pieds dans les joints des pierres au-deſſus des bordures de chaque couliſſe, enſorte que ces crochets ſe répondent, afin que quand il y aura quelque réparation à faire aux couliſſes, aux poids de baſcule, aux chaînes, ou aux poulies, on puiſſe en poſant des planches ſur ces crochets, donner la facilité aux ouvriers de monter & de deſcendre le long des couliſſes.

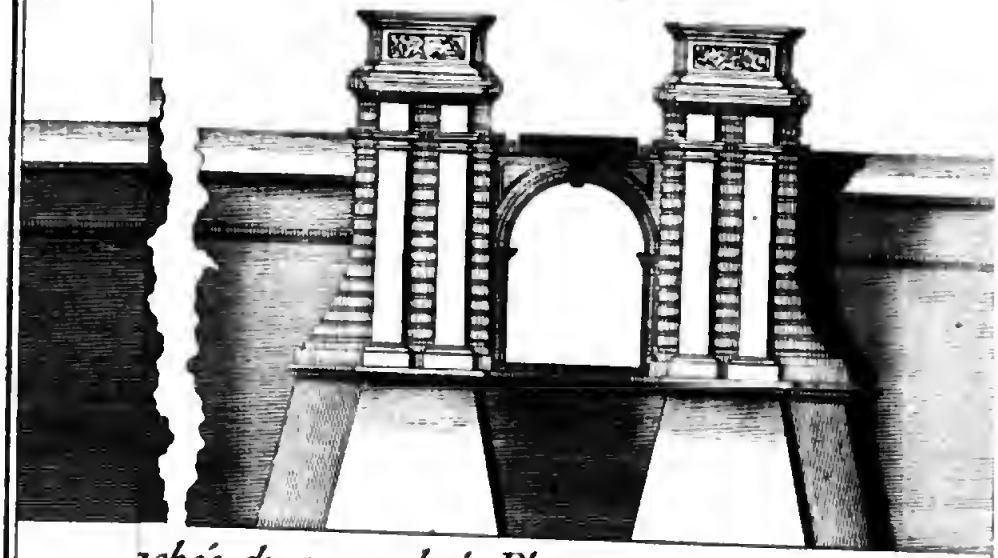
Pour conſtruire les couliſſes de maniere qu'elles forment une courbure qui ſoit exactement celle de la Sinuſoide, j'ajoûterai qu'il faut tracer cette courbe en grand, & en faire 2 épures ou patrons, avec des planches, dont l'un repréſente la convexité de la Sinuſoide, & l'autre ſa concavité ; ce dernier eſt abſolument néceſſaire aux ouvriers pour les conduire dans la coupe des pierres, & pour les aider à les mettre en œuvre dans leur véritable ſituation.

Il eſt néceſſaire que les niches ſoient fermées par des cloiſons de madriers afin que perſonne n'y touche, il ſuffira ſeulement d'y pratiquer une petite porte pour y entrer quand on le jugera à propos, ainſi le paſſage de la porte ſera comme à l'ordinaire, ſans qu'on voye rien de tout ce qui contribuëra à donner le mouvement au Pont.

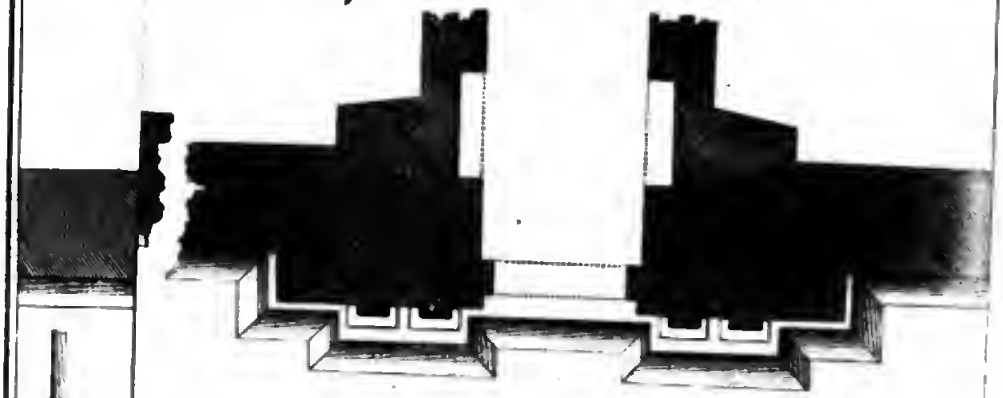
Je crois en avoir dit aſſez pour rendre ſenſible l'execution du Pont que je viens de décrire, je laiſſe aux habiles gens qui voudront le mettre en uſage d'y faire les changemens qu'ils jugeront à propos ; mais comme tout ce qui a un air de nouveauté, ne manque pas de rencontrer des cenſeurs qui ſe font un plaiſir de trouver des difficultés par tout dans les choſes même les plus naturelles, on ſaura que peu de tems après avoir imaginé ce Pont, je l'ai fait executer à un Château dans le voiſinage de la Fere, & que j'y ai ſuivi à peu de choſe près, tout ce qui vient d'être détaillé.

PLANCH. 19. On fait auſſi des Ponts-Levis aux ouvrages de dehors, comme demi-Lunes, ouvrages à corne, &c. pour en fermer l'entrée, on les leve par le moyen des baſcules à flêches, parce que n'étant pas néceſſaire de couvrir avec des frontons les portes de ces ſortes de paſſages, on n'apprehende point d'en couper l'Architecture, il ſuffit que l'entrée ſoit décorée par des Pilaſtres couronnés d'un entablement, comme on le peut voir dans les 3 premieres Figures de la Planche 19 qui conviennent fort, quand les ouvrages détachés ſont revêtus de maçonnerie juſqu'au parapet ; mais quand ils ne le ſont qu'à demi, alors il eſt aſſez inutile d'y faire aucune décoration, on peut ſe contenter de faire porter la baſcule par un chaſſis qui doit

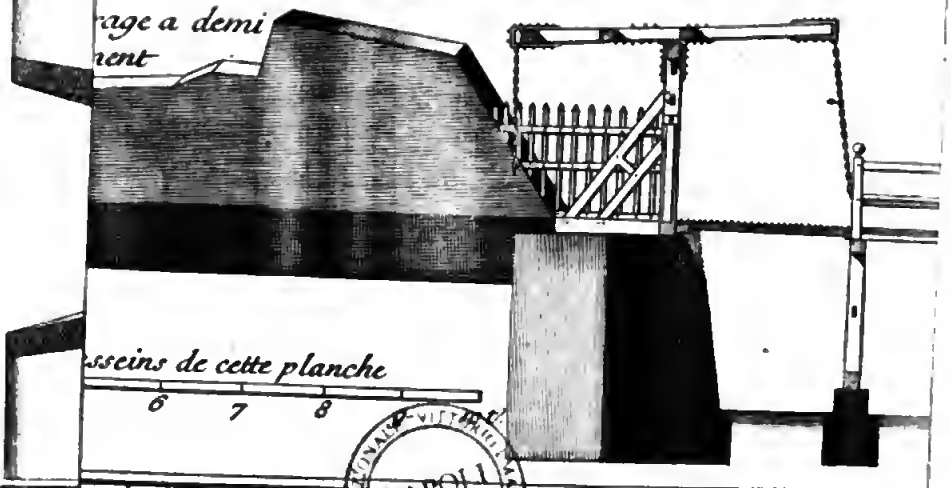
être



rchés du corps de la Place



rage a demi
nent



sseins de cette planche

6 7 8

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

être ſitué ſur la berme, comme je l'ai exprimé dans la quatriéme & cinquiéme Figure de la même Planche, que je ne m'amuſerai point à expliquer, parce qu'elle ne contient rien qui ne ſoit facile à concevoir.

CHAPITRE SIXIE'ME.

Des Ponts dormans qui ſervent à faciliter l'entrée des Villes de Guerre.

LEs Ponts dormants que l'on fait pour paſſer les Foſſés des Fortifications, ſont toûjours de charpente, & élevés ſur pluſieurs chevalets qui ſont poſés ſur des *Piles* de Maçonnerie *A*, dont la hauteur ſe régle ſur la profondeur du Foſſé ; quelquefois dans les lieux marécageux, où on ne peut fonder des piles de Maçonnerie ſans beaucoup de difficulté & de grandes dépenſes, on ſe contente de planter des files de pieux d'une longueur ſuffiſante, pour qu'une partie étant enfoncée à refus de mouton, l'autre qui reſte en dehors ſoit aſſez élevée pour recevoir les chapeaux qui doivent être à peu près au niveau du rez-de-Chauſſée.

Quand on n'a point de bois d'une aſſez belle longueur, on enfonce autant de files de pilots qu'on le juge néceſſaire, par raport au nombre des travées que doit avoir le Pont : ces pilots ſont arraſés au niveau du fonds du Foſſé par des tenons qui s'emmanchent dans le ſole des chevalets. C'eſt ainſi que j'ai vû conſtruire à St Venant en 1709 celui qui eſt ſur le grand Foſſé de la Porte d'Aire. PLANCH. 20.

Le Pont dont il eſt queſtion préſentement, eſt compoſé de pluſieurs travées & chevalets dont on ne détermine point ici la quantité, parce que cela dépend de la largeur du Foſſé où il doit être executé ; chaque *Sole B*, qui ne porte point de baſcule, a 22 pieds de longueur ſur 10 à 12 de groſſeur, celui *C*, qui porte le chaſſis de la baſcule, a 25 pieds de longueur ſur 12 à 12 pouces de groſſeur, ſur chacun de ces ſoles qui ne portent point de baſcule, ſont aſſemblés à tenons & mortoiſes aux *Poteaux D*, avec deux *Liens boutans H*, terminé d'un *Chapeau E*.

Les poteaux ont 11 à 12 pouces de groſſeur ſur differentes longueurs ſuivant les endroits où ils ſont employés.

Le chevalet qui porte la baſcule du Pont-Levis, eſt conſtruit de même, avec cette difference qu'il y a deux poteaux de plus, & que les

chapeaux ont 25 pieds de longueur ſur 13 à 14 pouces de groſſeur.

Sur tous les chapeaux *E*, il y a d'un chevalet à l'autre, cinq cours de *longerons F*, de 11 à 12 pouces de groſſeur eſpacés entr'eux de diſtance égale, formant en tout une largeur de 14 pieds, & ſont recouverts d'un *Plancher* de madriers *I*, de 4 pouces d'épaiſſeur chevillés ſur chaque longerons, d'une broche de fer de 8 à 9 pouces de longueur ébarbellée par les angles.

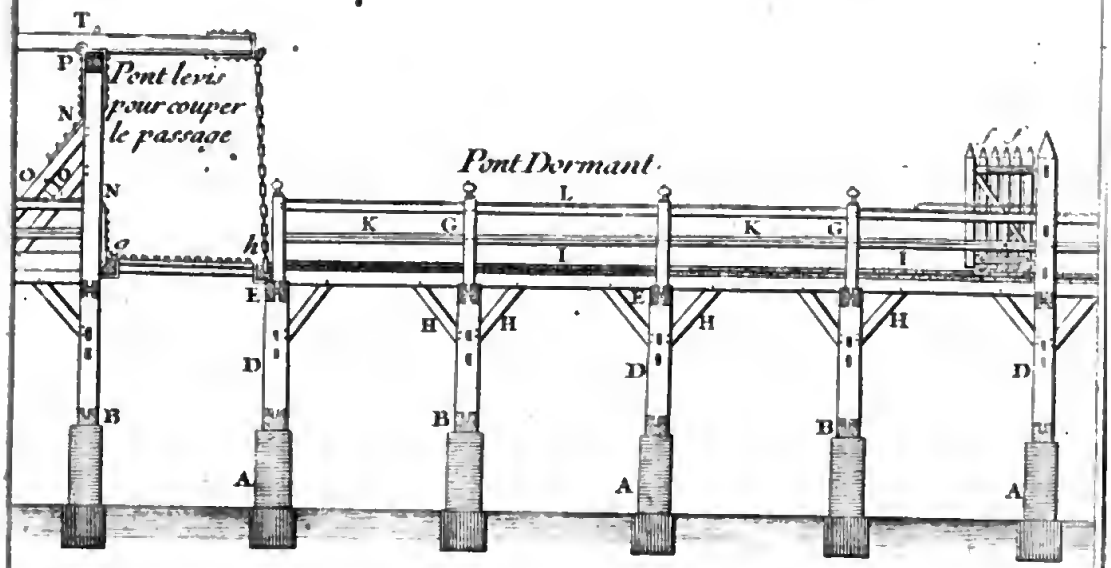
Sur ce premier plancher l'on en poſe un ſecond de 8 pieds de largeur ſeulement & de 3 pouces d'épaiſſeur, qu'on apelle *redoublement*, ſur lequel l'on attache quelquefois des barres de fer plattes autant plein que vuide, & de même longueur que les madriers.

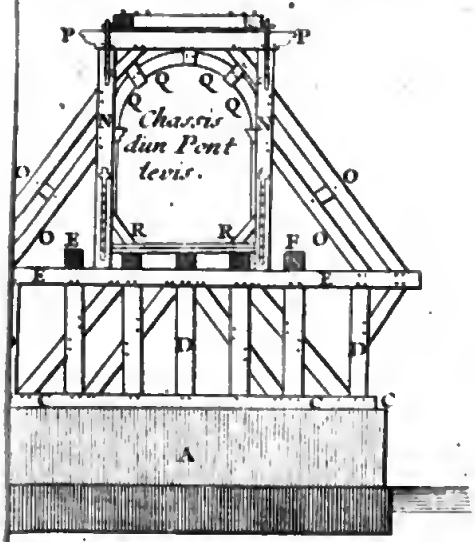
L'on n'employe plus guéres de redoublement ni de barres de fer pour conſerver les Ponts dormans, on les couvre d'un pavé plus élevé dans le milieu qu'aux extrêmités pour l'écoulement des eaux, & alors l'on poſe le long des poteaux montans des *gardes-pavé*, de 9 à 11 pouces d'équarriſſage. Il eſt certain que ce pavé rend le Pont d'une bien plus longue durée, les réparations n'en étant pas ſi fréquentes qu'aux autres.

A l'extrêmité de la largeur du premier plancher, & ſur les chapeaux *E*, l'on aſſemble à tenons & mortoiſes les *Poteaux montans G*, des gardes-foux de 7 pieds & demi de longueur compris les tenons, ſur 8 à 8 pouces de groſſeur, terminés par une tête arrondie ou à pan avec une gorge & un quart de rond au-deſſous, comme il eſt figuré au deſſein; ces poteaux ſont affermis chacun d'un *lien pendant M*, de 6 pieds de longueur ſur 12 à 6 pouces d'épaiſſeur, *chamfrinés*, à un pied au-deſſus du chapeau par un talon renverſé, qui réduit la partie ſuperieure à 8 pouces de largeur pour affleurer le poteau des gardes-foux, ces poteaux ſont liés enſemble par deux *cours de liſſes*, *L* & *K*, dont la premiere *L* eſt appellée *liſſe d'apuy*.

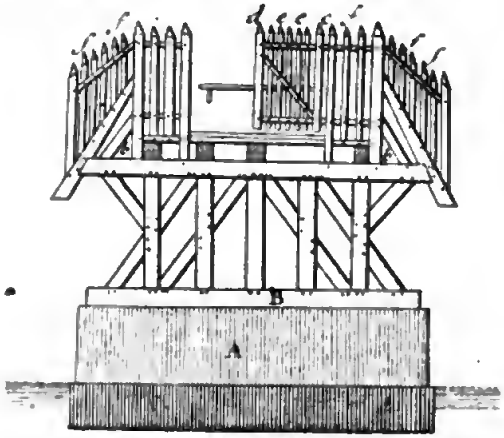
Le chaſſis de la baſcule eſt compoſé de deux *poteaux montans N*, de 8 *liens enguette O*, d'un *chapeau P*, de 4 *liens ceintrés Q*, de deux *liens heurtoirs R*, & de 2 *ſemeles S*; les *poteaux montans N*, ont 14 pieds de longueur ſur 13 à 14 pouces de groſſeur élevés à plomb emmortoiſés dans le *chapeau E*, ſur lequel ils ſont aſſemblés par les 4 *liens enguette O*, & arcboutés par les 4 autres qui ſont aſſemblés dans les *ſemeles S*, ces 8 *liens enguette* ont 10, ſur 12 pouces d'épaiſſeur, & de differentes longueurs, ſuivant les endroits où ils ſont employés, il faut ſeulement remarquer qu'ils doivent faire avec le chapeau & la ſemelle où ils ſont aſſemblés, un angle d'environ 60 degrés.

La baſcule eſt compoſée de deux *fléches T*, d'une *culaſſe V*, de deux

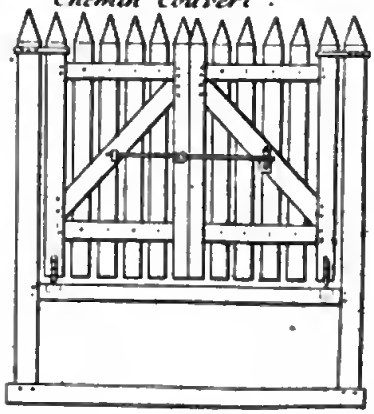




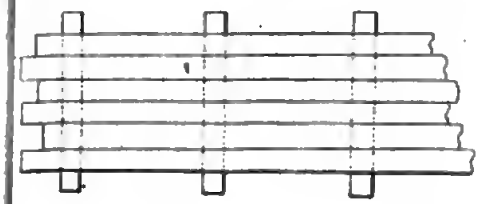
Barriere de la tête du Pont



Barriere pour les sorties du Chemin Couvert.



petit Pont de Communication.



BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI

entre-toiſes X & Y, dont la derniere Y, s'apelle *entre-toiſe* des *tourillons*, & qui doit être comme la culaſſe aſſemblée dans les flêches par un double tenon, l'on fortifie cet aſſemblage ordinairement par des *Croix de St André Z*, & d'autres liens, tant pour la ſolidité de l'ouvrage que pour donner du poids à la baſcule, & faire un équilibre à peu près égal au Pont-Levis, je dis à peu près, parce qu'il faut que la baſcule ſoit au moins de 200 liv. plus légere que le rablier.

Les flêches ont 14 à 16 pouces de groſſeur à la culaſſe, revenant à 10 à 12 aux extrêmités, dont la partie qui excede l'entre-toiſe des tourillons Y, eſt preſque toûjours taillée à 8 pans, la culaſſe a auſſi 14 à 16 pouces de groſſeur, & les deux autres entre-toiſes X & Y, un peu moins; c'eſt-à-dire, qu'elles affleurent toûjours la groſſeur des flêches; à l'égard des Croix de St André & des autres liens, ils ſont d'un ou même de 2 pouces plus petits, ſuivant que l'on a beſoin de poids pour l'équilibre.

Le *tablier* des Ponts-Levis eſt ordinairement compoſé d'une piéce qui porte les *tourillons* de 10 pieds de longueur ſur 10 à 10 pouces de groſſeur, d'une autre *h*, apellé *chevet*, & de 6 *ſoliveaux j*, de 12 pieds de longueur ſur 5 à 6 pouces de groſſeur recouverts de madriers de 2 pouces, & redoublés de barres de fer autant plein que vuide.

Il y a des Ingenieurs qui donnent quelques pouces moins en quarré au chevet qu'à la piéce des tourillons, & ne donnent pas tant de groſſeur non plus au bout des ſoliveaux qui répondent au chevet, afin que le centre de gravité du tablier, n'étant point dans le milieu de ſa longueur, mais plus près de la piéce des tourillons que du chevet, la baſcule ſoit moins chargée, & rende le mouvement du Pont plus doux, c'eſt en effet ce qui arrive quand on en uſe ainſi.

L'on fait à la tête des *Ponts dormans*, une barriere ſur le pénultiéme chevalet, dont les poteaux ſont comme ceux du chaſſis de la baſcule des Ponts-Levis aſſemblés ſur le chapeau du chevalet, & affermis par deux *liens pendans a*, & deux autres liens *b*, plus quatre autres liens engüette ſur l'interieur des poteaux ſemblables à ceux des baſcules O, & qui ne ſont pas figurés ſur le deſſein.

La barriere eſt aſſemblée à *claire voye* à 2 *vantaux*, chacun compoſé d'un *tournant c*, d'un *battant d*, & de 5 à 6 *épées* ou *barreaux e*, avec une *barre* & deux traverſes, le tout de même hauteur, les tournans & battans *c* & *d*, ont 7 pieds de hauteur ſur 5 à 7 pouces de groſſeur, les barres & traverſes ont les mêmes groſſeurs, & les

barreaux *f*, tant de la barriere que des aîles, ont trois à 4 pouces de groſſeur poſés tant plein que vuide & entaillés moitié par moitié dans les barres & traverſes qui ſont aſſemblées à tenons & mortoiſes dans les tournans & batans de la barriere.

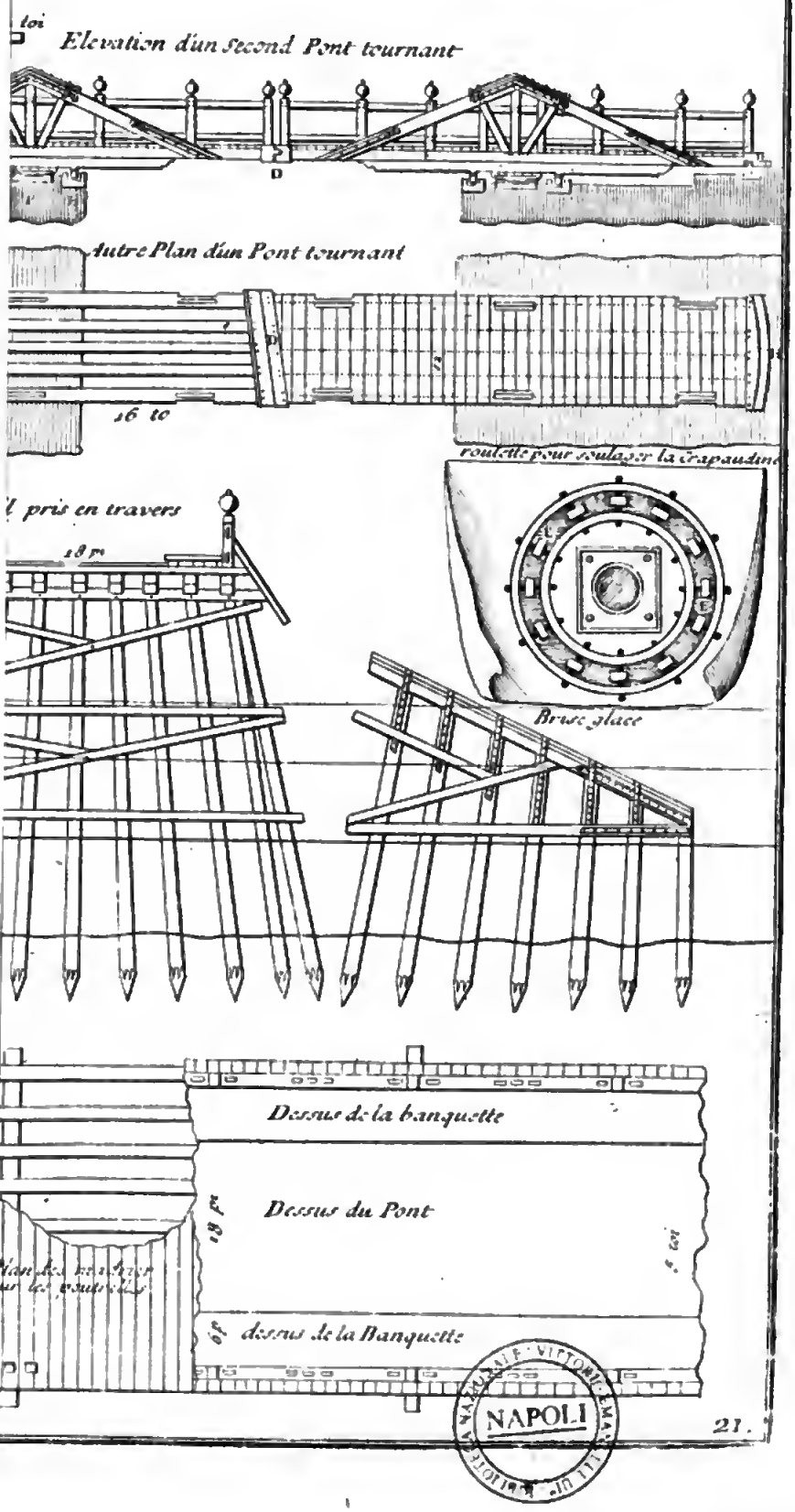
Il ſe fait auſſi des barrieres pour fermer la ſortie du chemin couvert des portes, auſſi-bien que les Places d'Armes qui ſont répanduës dans les dehors, on en peut voir ici l'élevation. Cette barriere a 2 ventaux qui tournent ſur deux *pivots*, & arrêtés par le haut avec des *collets* de fer aux poteaux qui ſervent à l'entretenir, ces poteaux ont 9 pieds & demi de longueur, & 8 ſur 6 pouces de groſſeur tenus en raiſon par un *patin* de 7 pieds de long & de 7 à 8 pouces de gros, & aſſemblés par 2 *ſoles* de 8 à 9 pouces de groſſeur, dont l'un doit être enterré de 2 ou 3 pieds, & l'autre poſé au niveau des paſſages, les 2 venteaux de la bariere ſont entretenus par des *traverſes* & *contre-fiches* de 6 ſur 7 pouces de gros aſſemblés par entaille avec les barrieres par une profondeur de moitié par moitié, ces barreaux doivent avoir 5 ſur 6 pouces de groſſeur & apointés comme les paliſſades.

Quand l'eau du foſſé eſt dormante, ou qu'elle n'a qu'un cours paiſible, les Ponts ſe peuvent faire à peu près ſemblables aux précedens; mais s'il ſe rencontroit une riviere à l'entrée de la place, dont le courant fût rapide, il faudroit s'y prendre d'une façon toute differente, comme on le va voir.

Les Ponts dormans de charpente, qui ſervent aux paſſages des rivieres, ſont ordinairement conſtruits comme celui qui eſt repréſenPLANCH. 21. té ſur la Planche 21; mais de quelque façon que ſoit diſpoſé l'aſſemblage de la charpente, on les éleve auſſi haut que la navigation le demande; quant à leur largeur, elle doit être proportionnée à la grandeur des routes, on les éleve ſur pluſieurs *palées*, compoſées d'une ou deux files de pieux, & l'on a ſoin de faire une de leurs travées aſſez large, pour que les plus grands bateaux puiſſent y paſſer librement.

Le nombre des pieux qui compoſe chaque palée, eſt reglée par la largeur du Pont, & l'on obſerve qu'ils ayent environ 3 pieds de diſtance par en bas, qu'on réduit en haut à un pied & demi, ou à deux pieds pour chaque vuide d'*entrevoux*, parce qu'ainſi on forme une maniere d'empatement qui réſiſte davantage aux efforts de l'eau, que ſi tous les pieux étoient perpendiculaires.

Quand on ne fait les travées que d'un file de pieux ſeulement, cela ne doit ſe pratiquer qu'aux Ponts qui ſervent à traverſer de petites rivieres; car pour ceux qui ſont ſur des rivieres fort


toi
Elevation dún second Pont tournant
D
Autre Plan dún Pont tournant
16 to
roulette pour soulager la Crapaudine
pris en travers
18 pc
Brise glace
Dessus de la banquette
Dessus du Pont
18 pc
6e dessus de la Banquette
NAPOLI
21.

larges, & dont le courant eſt rapide, les palées doivent être faites de 2 ou 3 rangs de files de pieux bien *coëffés*, *liernés* & *moiſés*, avec des *contreſiches* à deux rangs, pour les entretenir comme dans la planche 22.

La plûpart de ces palées ſont pour l'ordinaire *contregardées* du côté *d'amont* par un *avant-bec* de pilotage en forme de *briſe-glace*, qu'on revêtit de planches par dehors, depuis les plus baſſes eaux de la riviere, juſqu'aux plus haures des inondations, afin que lorſque le courant charie des glaces & des arbres, les uns & les autres ayent moins de priſe ſur le corps des palées, & qu'ils ne faſſent que gliſſer. PLANCH. 22.

Comme il peut arriver qu'en voulant planter des pieux pour former une palée, l'on rencontre du roc dans le lit de la riviere, poſitivement dans l'endroit où l'on en veut enfoncer, ſi l'on n'a pû faire des barardaux & les épuiſemens, enſorte qu'il reſte 5 ou 6 pieds d'eau, on ſera ſans doure embaraſſé dans un pareil cas, puiſqu'il n'eſt pas poſſible que des hommes tout couverts d'eau, puiſſent faire un trou de 3 ou 4 pieds dans le roc; pour ſurmonter une pareille difficulté, il faut faire deux tonneaux ouverts par les deux bouts, dont l'un air 9 pieds de diamêtre & l'autre 5, & que ces deux ronneaux ſoient deux pieds plus haurs que la profondeur de l'eau; l'on placera le plus grand dans la riviere à l'endroit où l'on veut percer, de maniere que le roc ſe trouve dans le milieu du tonneau, enſuite l'on enfoncera les douves de quelques pouces dans le lit de la riviere, & l'on chargera le deſſus du ronneau, de façon que le courant ne l'ébranle point; après l'on mettra le perit tonneau dans le milieu du grand, & l'on remplira de terre glaiſe l'eſpace qui eſt entre deux, que l'on battra avec la demoiſelle, pour qu'elle faſſe un bon maſſif; enfin l'on vuidera l'eau qui ſera dans le petir tonneau, & l'on y introduira un ouvrier qui fera le trou qu'on s'étoir propoſé.

Mais pour revenir à notre Pont de charpente de la Planche 21, je crois qu'il eſt inutile de m'érendre ſur l'aſſemblage des pieces dont il eſt compoſé; je raporterai ſeulement les dimenſions de chacune; les plans, profils & élevations donneront l'intelligence du reſte.

Les *moiſes* ſont de differentes longueurs, & de 8 à 9 pouces de groſſeur.

Les *chapeaux* ſonr de 6 toiſes de longueur chacun, & de 18 à 20 pouces de groſſeur.

Les ſemelles au-deſſus des chapeaux, ont chacune 16 pieds de longueur & 15 pouces de groſſeur.

Les *liens* ſous les ſemelles, ont chacun 6 pieds de long, ſur 10 à 12 pouces de groſſeur.

Les *Poutrelles* des travées du Pont, qui ne ſont pas dans le grand courant, ont ſix toiſes 4 pieds de longueur, ſur 14 à 15 pouces de groſſeur, & celles du grand courant ont 7 toiſes 4 pieds & demi ſur 15 à 16 pouces de groſſeur.

Le plancher du Pont a 5 toiſes 5 pieds de largeur, ſur 3 pouces d'épaiſſeur.

Le redoublement du plancher entre les deux banquettes, a 3 toiſes de largeur, ſur 2 pouces d'épaiſſeur.

Les *feuilles* des banquettes ſont de toute la longueur du Pont, & de 10 pouces de groſſeur.

Les ſoliveaux des banquettes ont 6 pieds de long, ſur 8 pouces de groſſeur.

Le plancher des banquettes a 6 pieds de largeur, ſur 2 pouces d'épaiſſeur.

Les poteaux des garde-foux ont 6 pieds de long, ſur 8 & 10 pouces de groſſeur.

Les liens pendans ont 10 pieds de longueur, ſur 10 pouces par le bout, & 20 ſur le bout du chapeau.

Les *decharges* ou *jettées* ont chacune 20 pieds de longueur, ſur 8 à 9 pouces de groſſeur.

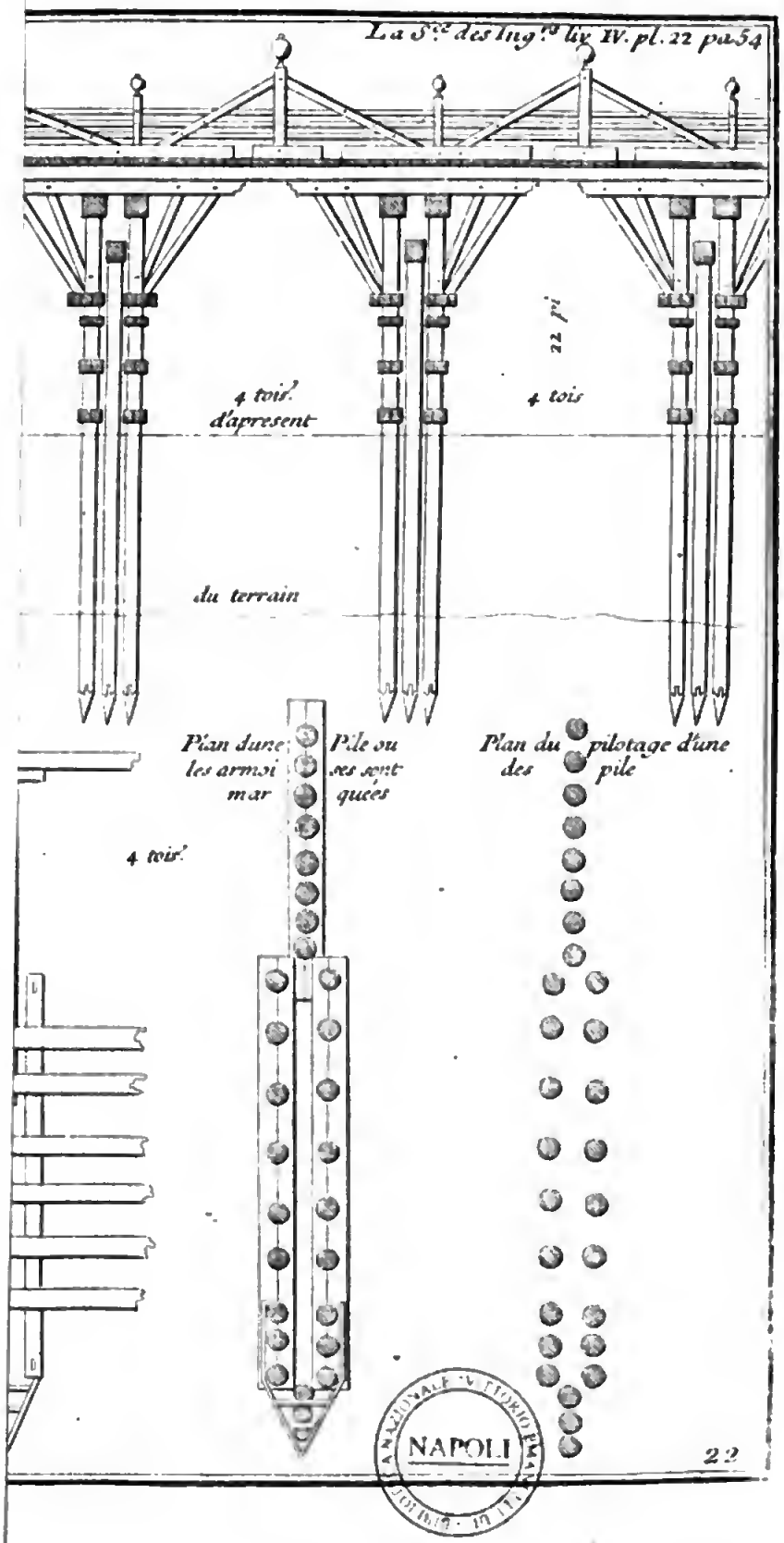
Les *garde-foux* ont 7 à 8 pouces de groſſeur.

Quant aux briſe-glaces, les pilots ſont de differentes longueurs, ſur 13 à 19 pouces de groſſeur.

Les *moiſes* ſont auſſi de differentes longueurs, & ont 8 à dix pouces de groſſeur.

Il ſe fait des Ponts tournans qui ſont très-commodes, pour faciliter le paſſage au-deſſus des écluſes, ou aux autres endroits d'une riviere ou canal, où il doit paſſer des bateaux; je ne m'étois pas propoſé de parler ici de ces ſortes de Ponts, parce qu'étant relatifs aux écluſes, il apartiennent plûtôt à l'Architecture Hydraulique, qu'à la matiere que je traite préſentement; mais comme ſans y faire attention, on en a raporté deux deſſeins ſur la Planche 21, je me trouve dans la néceſſité d'en donner l'explication, quoiqu'aſſez hors de propos, par raport au plan que je me ſuis fait, de ne parler de chaque choſe que dans l'endroit qui lui convient naturellement.

PLANCH. 21. Le plan *CI* du premier Pont, fait voir qu'il eſt coupé en deux également, afin que chaque moitié ſe puiſſe ſéparer, & ſe rejoindre en tournant comme ſur un pivot, une de ces moitiés eſt re-


La Sre des Ingrs liv. IV. pl. 22 pa. 54
22 pi
4 toir.
d'apresent
4 tois
du terrain
Plan dune
les armoi
mar
Pile ou
ses sont
ques
Plan du
des
pilotage d'une
pile
4 toir.
NAPOLI
22

préſentée à jour, pour montrer l'aſſemblage de la charpente, & l'autre eſt recouverte de madriers; l'on obſervera que la jonction des deux moitiés ſe fait en portion de cercle à l'endroit *AA*, afin qu'étant arrêtée par des vertoux, l'union en ſoit plus ferme: à l'égard de l'élevation elle n'a rien de particulier, ſinon que les gardes-foux ſont de fer, pour que le Pont en paroiſſe plus leger.

L'autre deſſein repréſente encore un Pont tournant, dont la jonction ſe fait obliquement à l'endroit *D*, le plan eſt à peu près de même que le précedent, il n'y a de difference que dans l'élevation, où les gardes-foux au lieu d'être de fer, ſont de bois, d'un aſſemblage particulier, qu'il ſuffit d'examiner pour voir que l'on a eu en vûë de rendre ce Pont beaucoup plus ſolide que l'autre; & comme une pareille conſtruction chargeroit beaucoup la *crapaudine*, on a crû que pour la ſoulager, il falloit faire des *roulettes* à l'enrour, afin de faire tourner le Pont aiſément, & qu'il demeure toûjours en équilibre, ſans pancher plus d'un côté que de l'autre; à l'égard des dimenſions du Pont de la 22. Planche, je n'en parlerai pas, parce qu'il ſera aiſé de les déterminer, ſur ce que je viens de dire au ſujet de l'autre.

Comme tout ce qui peut faciliter la communication des ouvrages, apartient à ce chapitre, je crois devoir ajoûter, que quand les foſſés d'une place ſont inondés, on fait des petits Ponts à fleur d'eau, qui vont des poternes du corps de la place à la demi-Lune, ou à quelqu'autre ouvrage: on en fait auſſi de ſemblables le long des gorges, pour aller à la demi-Lune dans le chemin couvert, ou dans les contre-gardes, ainſi qu'on le peut voir dans la 25. Planche: l'on pratique pourtant quelquefois des poternes dans les faces, & en ce cas le Pont qui communique aux autres ouvrages voiſins, répond à la poterne, & n'eſt plus à la gorge de la demi-Lune; c'eſt ainſi par exemple qu'au Neuf-Briſack l'on communique des contregardes dans les tenailles, en paſſant par les poternes qui ſont aux flancs. PLANCH. 25.

Quand les foſſés ſont à ſec, on fait des *Caponieres* qui aſſurent & couvrent parfairement les communicarions; ces Caponieres ne ſont autre choſe qu'un parapet fait en glacis à droit & à gauche du paſſage que l'on pratique dans le fond des foſſés, comme on le peut voir ſur la Planche que je viens de citer.

CHAPITRE SEPTIE'ME.

Des Corps de Gardes en général, des Guerites & Latrines.

INdépendamment des Corps de Gardes dont nous avons parlé pour veiller à la ſureté des Portes, il s'en fait encore d'autres dedans & dehors les Places; par exemple, quand les Portes ſont trop éloignées les unes des autres pour que les Corps de Gardes qui y ſont, puiſſent poſter des Sentinelles à tous les endroits du Rempart où l'on juge à propos d'en poſer, l'on en conſtruit d'autres pour être à portée de faire les rondes & de veiller à ce qui ſe paſſe; ſi la Ville eſt traverſée par quelque Riviere, & qu'il y ait par conſéquent des Portes d'eau, l'on ne manque pas d'y en faire un. En un mot à tous les endroits où l'on a quelque raiſon d'y en établir; tel eſt celui de la Place d'Armes & des autres répandus dans les grandes Villes pour maintenir le bon ordre, & poſer des Sentinelles aux Portes de ceux qui ont droit d'en avoir. Or comme ces Corps de Gardes ne comprennent rien de particulier dans leur conſtruction; je ne m'arrêterai point à en raporter d'autres que celui qui eſt ſur la Planche 15, qui pourra ſervir de modele en y faiſant les changemens que l'on croira néceſſaires; j'ajoûterai ſeulement qu'en conſtruiſant ceux des remparts, on fera bien de menager de petits entrepots pour renfermer des munitions, afin de les avoir à portée d'être diſtribuées aux détachemens qui ſortent de la Place, pour des eſcortes ou pour quelque expedition, & n'être point dans la peine d'ouvrir les magaſins, ſouvent peur peu de choſe; ces entrepots ſont fort commodes en tems de ſiége, pour le ſervice du rempart & celui des dehors; il eſt vrai que dans la plûpart des grandes Villes, où l'enceinte eſt accompagnée de tours ou réduits, on y rencontre des endroits propres pour des entrepots; mais je ſupoſe une Place neuve où l'on ſeroit privé de ces ſortes de commodités.

PLANCH. 15.

Je crois que l'on peut auſſi comprendre ſous le nom de Corps de Gardes, les redoutes de maçonnerie qui ſe font dans les dehors des Places, aux endroits où il eſt de conſéquence d'avoir des poſtes pour garder une Ecluſe, un Batardeau, un Pont, &c. puiſque ces redoutes ne ſont à le bien prendre, que des Corps de Gardes retranchés: quand elles ſont près de la Place, on en releve la Garde tous les

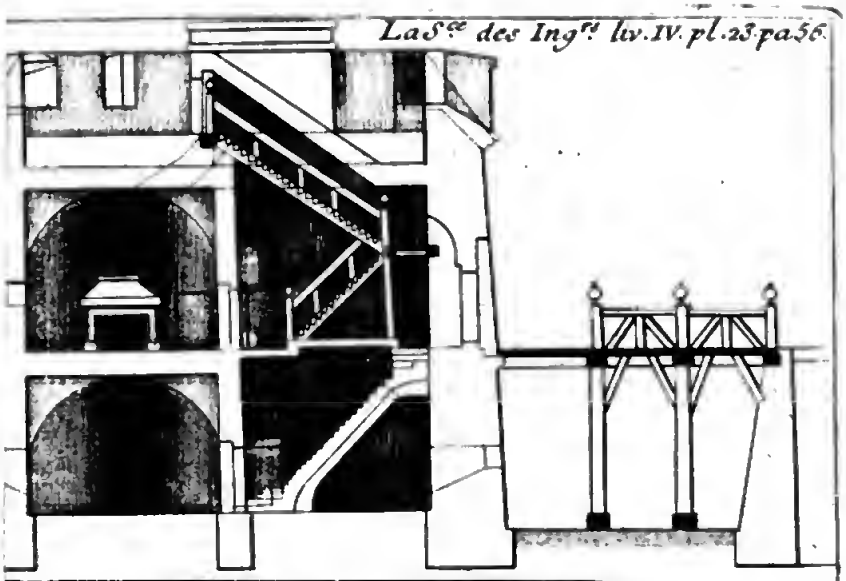
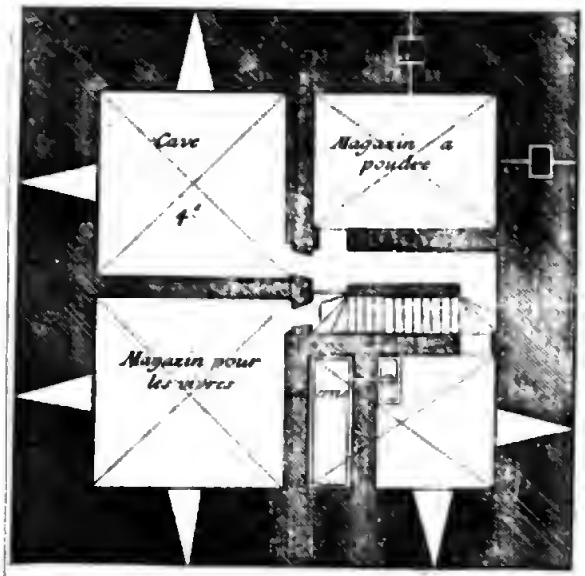


Planche contient les Plans de deux redoutes. la premiere la
figure appartiennent a une redoute dont la 4.e figure est l'etage
1.re figure est le plan de la platteforme, la 2.e est celui du rez de chaussée
et la 3.e est le profil de la redoute, quand a la 5.e 6 et 7.e figure se sont
vens etages dune autre redoute ou il peut contenir plus de monde que dans.



Fosse de la redoute

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI

les jours par de nouvelles troupes ; mais quand elles en ſont fort éloignées, on y établit une petite garniſon, & alors il faut qu'elles ſoient compoſées de pluſieurs étages, pour y diſtribuer les logemens néceſſaires aux Officiers & aux Soldats, & ne pouvant être que fort ſerrés dans un auſſi petit endroit, il faut faire enſorte en les conſtruiſant, de ménager ſi bien la grandeur des piéces, qu'on y puiſſe avoir les commodités eſſentielles : par exemple, ſi on peut faire un étage ſouterrain, il faudra y pratiquer un magaſin à poudre, un autre pour les vivres, une cave & une citerne qui recevra les eaux de pluye, qui tomberont ſur la plate forme, ou ſur le toit, par le moyen des goutieres ; enſuite au-deſſus de l'étage ſouterrain, on en pourra faire deux ou trois autres pour loger les troupes, de la maniere qu'on les voit repréſentés ſur la planche 23, qui comprend les plans de deux redoutes différentes, les premier, ſecond & quatriéme deſſeins ſont des étages dont la troiſiéme figure repréſente le profil, les cinquiéme, ſixiéme & ſeptiéme ſont ſupoſés apartenir à une autre redoute qui ſeroit à *machicoulis*, c'eſt-à-dire, qui ſeroit faite de façon, que le dernier étage faiſant ſaillie en dehors ſur les deux autres inférieures, puiſſe voir le pied du revêtement de la redoute, pour en défendre l'accès, je n'en ai point raporté le profil, parce qu'il ne reſtoit pas de place ſur la planche pour l'y tracer, mais on jugera ſans peine dequoi il eſt queſtion ; ces redoutes ſont preſque toujours entourées d'un rempart, qui a ſon foſſé comme on l'a ſupoſé ici, pour éviter les deſſeins qu'il auroit fallu encore raporter, ſi on avoit voulu détailler quelque choſe de plus que le corps de la redoute. PLANCH. 23.

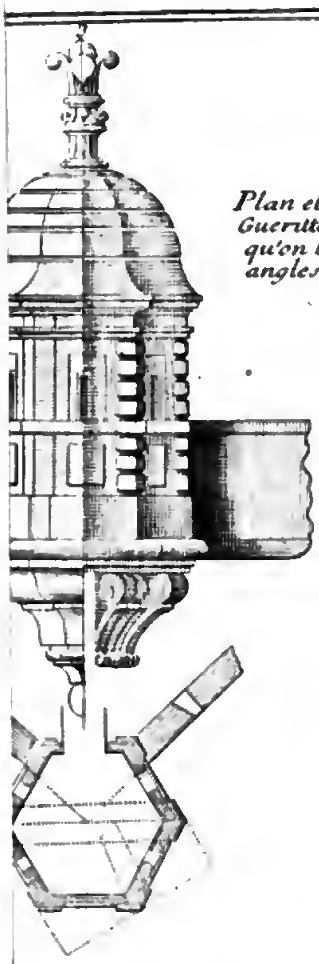
Les Guerites qui ſe font ſur le rempart, ſont ordinairement placées aux angles des Baſtions, demi-Lune & autres ouvrages détachés, elles doivent être de plein pied au rempart, & quand elles ſont de maçonnerie, elles peuvent être rondes, pentagonales, ou hexagonales, leur diamétre doit être en dedans, d'environ quatre pieds, & leur hauteur de ſix à la naiſſance de la calotte ; il faut qu'elles ſoient percées de quatre à cinq petites fenêtres ouvertes, de maniere que la ſentinelle puiſſe aiſément découvrir le fond du foſſé, le chemin couvert, & les autres dehors ; les trois premieres figures de Guerites pourront ſervir de modeles, ſelon qu'on les voudra plus ou moins orner ; les trois autres deſſeins ſont des Guerites de charpente, pour faire aux angles des ouvrages qui ne ſont point revêtus, l'on y voit l'aſſemblage des piéces qui les compoſent, ſelon l'ouverture des angles droits, obtus, ou aigus ; quant aux autres Guerites que l'on place indifferemment, on les fait toujours PLANCH. 24.

de figure quarrée, comme aux 7e & 8e deſſeins, qui s'expliquent aſſez d'eux-mêmes.

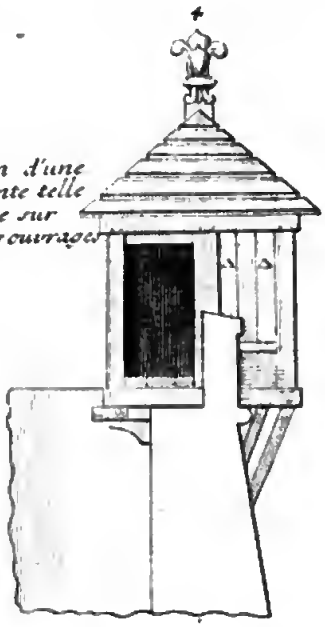
L'on fait quelquefois des latrines de charpente ſur le rempart, au milieu des courtines, quand il n'y a point de poternes au-deſſous, parce que s'il s'y en trouvoit, il faudroit prendre garde de ne point en ſalir la ſortie, ainſi ſupoſant que le corps de la place ſoit revêtu, il faut commencer par poſer au niveau du terre plain du rempart, des poutrelles à deux pieds & demi l'une de l'autre, qui ayent environ 20 pieds de long, ſur 10 à 12 pouces; ces poutrelles doivent ſaillir de 4 pieds au-delà du talud du revêtement, ainſi leur longueur étant de 20 pieds, & le revêtement en ayant 6 de talud, la moitié portera ſur le rempart, & l'autre moitié ſera en ſaillie, afin de faire les Latrines de maniere que les ordures ne tombent point ſur la muraille : pour les maintenir on y attachera avec des liens de fer, des poteaux pendans, qui ſeront retenus entre la muraille & les terres du rempart; & pour rendre le plancher plus ſolide, on peut au deſſus du cordon, encaſtrer dans la muraille d'autres poteaux pendants ſous chaque poutrelle, afin de ſoûtenir le poids des Latrines, ou bien on pourra en conſtruiſant le revêtement, placer au deſſous des endroits où on doit poſer les poutrelles des *Corbeaux* ou *Conſoles* de pierre de taille, pour apuyer les liens, ce qui rendra l'ouvrage plus ſolide : quant à l'aſſemblage du reſte de la charpente, il n'eſt pas beſoin de l'expliquer puiſque les plans & profils qui ſont ſur la 33 Planche, en facilitent aſſez l'intelligence; d'ailleurs ce ſujet n'eſt pas ſi intéreſſant pour mériter une plus longue explication, je l'aurois même ſuprimé, ſi dans un ouvrage comme celui-ci il ne falloit parler de tout.

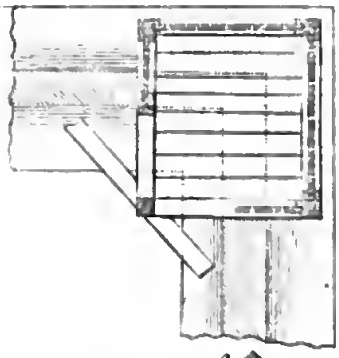
Voyez les Latrines qui ſont ſur la Planche 33.

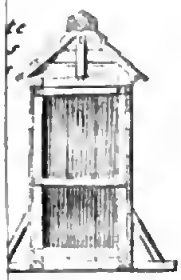
Quand il ſe rencontre dans le voiſinage des Cazernes, une riviere ou un ruiſſeau, il vaut beaucoup mieux en profiter pour y faire des Latrines, que de les placer ſur le rempart, puiſque tout bien conſideré, elles préſentent un coup d'œil fort déſagréable; mais quand on n'a point cette commodité, je voudrois qu'on les fit ſous le terre-plain du rempart, ou ſous les eſcaliers par leſquels on y monte, en ce cas il faut que l'égout où ſe raſſemblent les eaux des ruës, reçoive les ordures pour les conduire dans le foſſé.

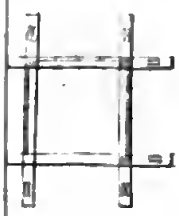


Plan et Elevation d'une Gueritte de charpente telle qu'on les dont faire sur angles saillans des ouvrages

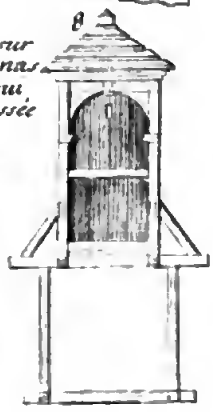








Autre Gueritte qu'on fait sur les ramparts qui sont retenus en terre par un chassis qui faut qu'elle reziste a la poussée du vent



Echelle pour les figures de cette planche

2 4 6
1 3 5 12 18 pi

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

CHAPITRE HUITIE'ME.

De la diſtribution des Ruës dans les Villes de guerre.

QUand l'eſpace que l'on veut fortifier, n'eſt point occupé par quelque ancienne habitation, on ne doit rien négliger pour faire regner dans l'intérieur de la place, le plus de regularité qu'il eſt poſſible, ſoit pour la diſtribution des ruës, celle des maiſons de Bourgeois, l'emplacement des corps de garde, Cazernes, magaſins à poudre, arſenaux, cantines, boulangeries & logemens d'état Major, afin que tous ces édifices répondent au reſte de la place, de façon que chacun puiſſe être à portée de remplir ſon objet principal; & pour mieux juger de cette diſpoſition, je donnerai pour modéle le plan des ruës du Neuf-Briſack, comme le plus parfait que je connoiſſe. PLANCH. 25.

Quand on peut diſpoſer d'un grand terrain, il eſt à propos pour la commodité du public, de faire pluſieurs places; mais ſi on en étoit empêché par une raiſon contraire, il faudroit au moins en faire une au centre, & lui donner une figure quarrée; ſa grandeur doit être proportionnée à celle de l'enceinte, par conſéquent la quantité de troupes qui veilleront à ſa conſervation; car cette place devant ſervir à aſſembler la garniſon, pour le ſervice journalier, il faut qu'elle ait une capacité raiſonnable. J'eſtime donc qu'à une fortification de ſix Baſtions, ſur la baſe de 180 toiſes, on pourra donner à la place d'armes 40 à 45 toiſes en quarré, à celle de 7 Baſtions, 55 à 60, pour une à 8, 70 à 75, pour celle qui en auroit 9 ou 10, 80 à 85, enfin à celle qui en auroit 11 ou 12, 90 à 95; au reſte il vaut mieux s'en raporter à la diſcrétion des Ingenieurs, qui exécutent de pareils deſſeins, qu'à aucune regle particuliere.

On fait ordinairement une petite place d'armes devant chaque porte de la Ville, afin que les corps de gardes qui y ſont, ayent devant eux une eſpéce d'eſplanade, pour ſe garentir des ſurpriſes du dedans; d'ailleurs ces petites places font un bel effet, & ſont fort commodes pour dégager le paſſage, quand les voitures qui veulent ſortir de la Ville, ſont obligées d'attendre que celles qui ſont ſur les Ponts ſoient entrées.

Quant aux ruës, il faut que les principales partent de la place d'armes, pour aller ſur un même allignement aux portes de la Ville,

aux remparts, & principalement à la Citadelle, ou au reduit s'il y en a, afin qu'elles puiſſent être enfilées; on obſervera qu'elles ſoient perpendiculaires les unes aux autres autant qu'il eſt poſſible, pour que les encoignures des maiſons ſoient à angles droits, on leur donne ordinairement ſix toiſes de large, afin que trois chariots puiſſent paſſer de front, & que s'il s'en rencontroit un d'arrêté de chaque côté de la ruë, un troiſiéme pût paſſer entre-deux, de ſorte qu'il reſte aſſez d'eſpace pour les gens de pied & de cheval: pour les petites ruës, on ſe contente de leur donner 3 à 4 toiſes de largeur.

La diſtance d'une ruë à celle qui lui eſt paralelle, doit être telle; qu'entre l'une & l'autre, il y reſte une eſpace pour deux maiſons de Bourgeois, dont l'une regarde dans une ruë, & l'autre dans celle opoſée, chacune de ces maiſons doit avoir environ 5 à 6 toiſes de face, ſur 7 à 8 d'enfoncement, avec une cour de pareille grandeur, pour que l'intervalle d'une ruë à l'autre ſoit d'environ 32 ou 33 toiſes; dans cette largeur on peut aiſément trouver l'érenduë qu'il faut pour les grandes maiſons, qui auroient écuries & jardins.

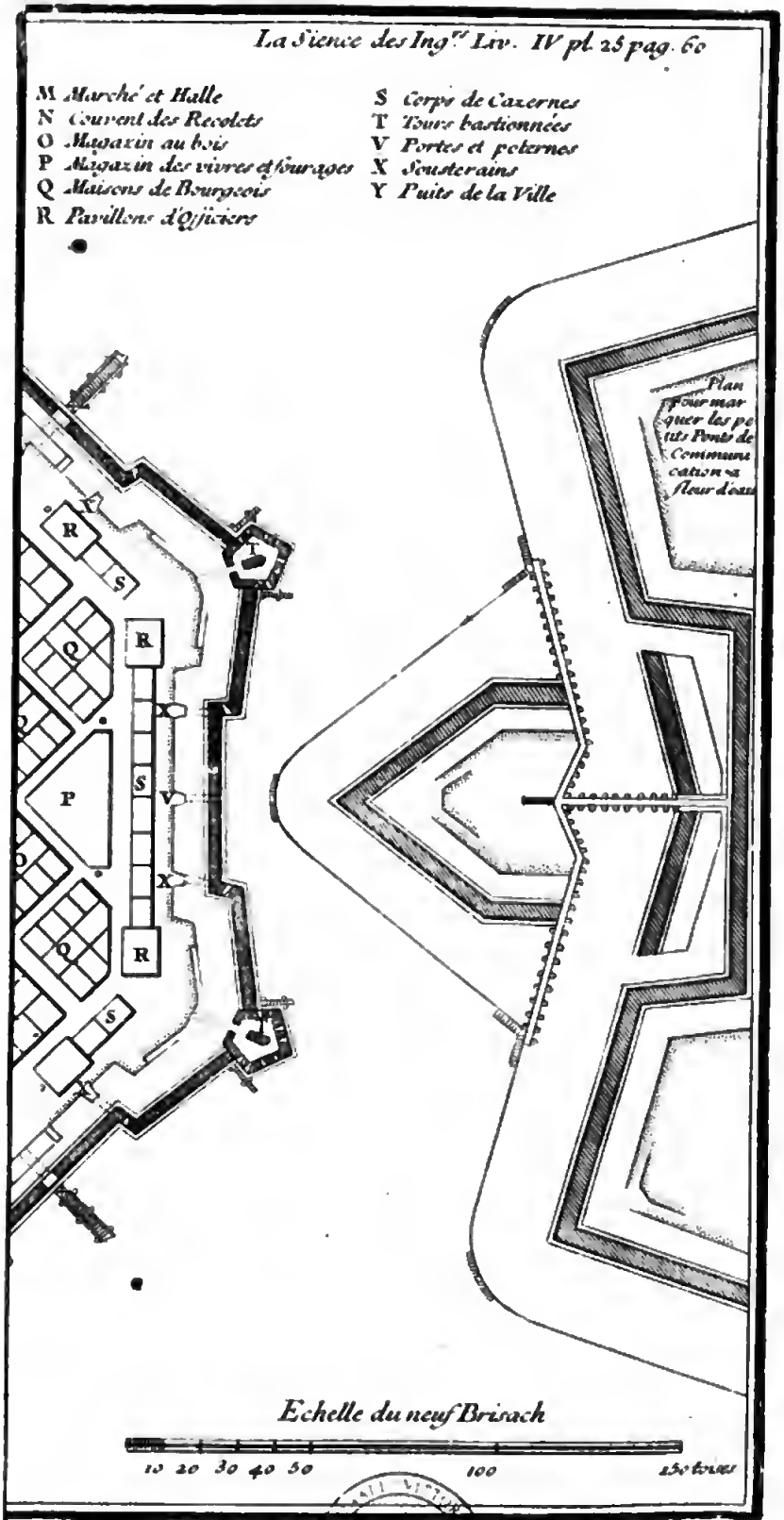
Dans les Villes où il y a des ruës anciennes, on les laiſſe telles qu'elles ſont, on ſe contente ſeulement de redreſſer ou d'élargir les plus eſſentielles, comme celle des entrées & ſorties, on en fait de même à l'égard de la place d'armes, quand il ne s'en trouve point d'aſſez grande pour faire le ſervice ordinaire.

Indépendamment du corps de garde de la place d'armes, & de ceux des portes, on en fait encore ſur le rempart, pour avoir des poſtes qui ſoient à portée de veiller à la ſureté du corps de la place, ils ſe font quelquefois au centre ou aux gorges des Baſtions, quand il n'y a point de cavaliers ou de Magaſins à poudre, ou bien on les place dans le milieu des courtines, principalement quand il y a quelque porte d'eau, occaſionnée par les rivieres.

Les Magaſins à poudre devant être éloignés le plus qu'il eſt poſſible des maiſons des habitans, on ne peut gueres mieux les placer, que dans le milieu des Baſtions.

Comme l'Arſenal eſt un des Edifices militaires qui doit occuper le plus d'eſpace, il eſt aſſez difficile d'en déterminer l'emplacement parce que cela dépend de mille circonſtances qu'on ne peut appercevoir que ſur les lieux; mais on aura au moins attention de le détacher de tout autre Bâtiment tant pour la ſûreté des munitions que pour ne point participer aux incendies qui pourroient arriver dans ſon voiſinage. Quand il paſſe une riviere dans la Ville, il eſt eſſentiel pour le bien du ſervice, que l'Arſenal n'en ſoit point éloigné

M Marché et Halle
N Couvent des Recolets
O Magazin au bois
P Magazin des vivres et fourages
Q Maisons de Bourgeois
R Pavillons d'Officiers
S Corps de Cazernes
T Tours bastionnées
V Portes et poternes
X Soubterains
Y Puits de la Ville



NAPOLI

25.

afin d'être plus à portée de former les convois qui pourront ſe faire par la navigation. Nous reprendrons cet article dans le Chapitre neuviéme.

Les Cazernes ſe placent ordinairement prochent le Rempart, le long des Courtines, & c'eſt en effet la ſituation qui leur convient le mieux, parce qu'on y peut ménager un eſpace pour faire faire l'exercice, le Soldat eſt plus détaché de la Bourgeoiſie, on peut faire plus ſécretement les détachemens qui doivent marcher pour quelque entrepriſe, au lieu que par tout ailleurs les mêmes avantages ne ſe rencontreront peut-être pas ſans difficulté.

Comme la Cantine & la Boulangerier egardent la ſubſiſtance de la Garniſon, on doit les placer dans le voiſinage des Cazernes & même dans l'endroit où il ſe rencontre près de là un Corps de Garde qui ſoit en état d'en impoſer en cas de déſordre.

Pour l'Hôpital il eſt preſque inutile de dire qu'il eſt à propos de le placer dans un endroit écarté; mais ſur toute choſe proche une riviere ou ruiſſeau s'il en paſſe dans la Ville.

A l'égard des logemens de l'état Major, il eſt naturel qu'ils répondent à la Place d'Armes, ceux des Capitaines des Portes ſe font ordinairement au-deſſus des Portes mêmes, ces logemens peuvent auſſi ſervir pour les Aydes-Majors de la Place.

Pour dire auſſi un mot de l'emplacement de l'Egliſe, il convient que quand il n'y a qu'une Paroiſſe comme cela eſt aſſez ordinaire dans les Villes neuves, qu'elle ſoit ſituée ſur la Place, afin qu'étant au centre de la Ville, les Habirans en ſoient également à portée.

A l'égard de la décoration, on ne doit rien négliger de ce qui peut flater le coup d'œil, afin qu'il regne par tout un air de ſimétrie qui répande autant de grace dans l'intérieur que la force & la ſolidité des Fortifications, donnera de majeſté à l'extérieur.

Voilà en gros ce que je m'étois propoſé d'inſinuer dans ce Chapitre: tout ce qui en fait l'objet eſt de ſi petite conſéquence que je ne crois pas devoir l'étendre davantage, puiſqu'il ne faut que le ſens commun pour voir la néceſſité de ſemblables diſtributions; mais ce qui demande plus de capacité & d'intelligence, c'eſt l'exécution tant des Edifices dont je viens de placer, que de ceux dont on va voir les détails dans les Chapitres ſuivans.

CHAPITRE NEUVIE'ME.

Des Magaſins à Poudre & Arſenaux pour les Munitions de Guerre.

ON ne faiſoit pas autrefois des Magaſins, comme on l'a pratiqué dans ces derniers tems, on reſſerroit la poudre dans des Tours attachées au corps de la place, ce qui étoit ſujet à de grands accidens, car quand le feu venoit à y prendre ſoit par haſard ou par le deſſein concerté de quelque trahiſon, il ſe formoit une brêche dont l'ennemi pouvoit ſe prévaloir : comme cela eſt arrivé à Aire du tems que cette place apartenoit à l'Eſpagne : les François qui en faiſoient le Siége, d'intelligence avec un habitant, trouverent moyen de mettre le feu aux Poudres qui étoient dans le ſoûterrain d'un Baſtion, elles firent un ſi grand effet, qu'une partie du rempart fut renverſée dans le Foſſé & un Cavalier qui occupoit le terre plain, partagé en deux monticules que l'on voit encore ; les Aſſiégeans s'étant preſentés ſur la contreſcarpe pour monter à l'Aſſaut, la Garniſon fut obligée de ſe rendre plutôt qu'elle ne l'eût fait.

Quand on vit de quelle conſéquence il étoit de ſéparer les Magaſins de l'enceinte, on en bâtit de differente figure ; mais on fut long-tems avant de rencontrer les juſtes proportions qu'il falloit leur donner, les plus ordinaires ſe faiſoient comme celui qui eſt repréſenté par le premier & le deuxiéme deſſein de la Planche 26. où l'on voit qu'on les couvroit par pluſieurs Voûtes d'arrête apuyées dans le milieu ſur deux ou trois pilliers ; mais comme pour réünir ces Voûtes ſous les mêmes pentes du toit, il falloit faire un maſſif conſidérable de Maçonnerie qui les chargeoit extraordinairement, on convint qu'il valloit beaucoup mieux les couvrir d'une ſeule Voûte que l'on fit d'abord en tiers-point, comme on le peut voir dans le cinquiéme & ſixiéme deſſein de la même Planche, l'on pratiquoit à la naiſſance de la Voûte un plancher pour faire un eſpéce de Grenier afin d'y reſſerrer les poudres qui ne pouvoient pas être contenuës au rez-de-Chauſſée.

PLANCH. 26. FIG. 1. & 2.

M. de Vauban ayant remarqué dans pluſieurs Siéges, que les Voûtes en tiers-point étoient trop foibles & que le Grenier ne faiſoit que charger les piés-droits fort mal-à-propos, puiſque la pru-

dence ne vouloit pas qu'on avanturat tant de poudre dans un même Magaſin, étant plus convenable de la partager dans différens endroits, rejetta abſolument toutes les conſtructions qui avoient été en uſage juſqu'alors, & en propoſa une nouvelle beaucoup plus parfaite, qui eſt celle qu'on voit repréſentée par le premier & le ſecond deſſein de la 27 Planche, qui a toûjours été executée avec ſuccès, quoiqu'on pourroit la rendre encore plus parfaite en y changeant quelque choſe, comme je le ferai voir dans la ſuite. PLANCH. 27. FIG. 1. & 2.

Je n'ai jamais conſideré ſérieuſement ce deſſein ſans avoir été ravi d'admiration, en remarquant que ce grand Homme avoit rencontré à peu de choſe près par la juſteſſe de ſon eſprit & ſa grande expérience, des proportions preſque auſſi exactes que celles qu'auroient pû donner une parfaite connoiſſance de la mécanique des Voûtes. Voilà l'avantage des genies ſuperieurs, s'ils ne frapent pas directement au but, du moins ils ne s'en écartent guéres. Tous les Magaſins qui ont été conſtruits dans ce goût-là ſe ſont ſoûtenus juſqu'à preſent ſans qu'il leur ſoit arrivé aucun accident, même dans les places aſſiégées qui ont le plus ſouffertes des Bombes; il en eſt tombé à Landaw plus de 80 ſur un ſemblable Magaſin ſans que la Voûte en ait été aucunement endommagée, la même choſe eſt arrivée à Ath & à pluſieurs autres endroits. M. Demus Directeur des Fortifications, auquel on peut bien s'en raporter, m'a dit qu'au dernier Siége de Tournay, où il étoit, les ennemis jetterent plus de 45000 Bombes dans la Citadelle, dont le plus grand nombre tomba ſur deux Magaſins qui n'en furent point ébranlés, parce que les Voûtes étoient en plein ceintre, de même que celui de Landaw, au lieu que deux ſoûterrains Voûtés en tiers-point, furent enfoncés à la troiſiéme ou quatriéme Bombe, quoique couverts de 5 à 6 pieds de terre, depuis plus de 40 ans.

Si l'on joint à de pareilles expériences tout ce que la raiſon peut inſpirer, on n'héſitera point de donner la préférence à la Voûte en plein centre, ſur celle en tiers-point & de ſe conformer au deſſein de M. de Vauban, ceux qui ont été d'un ſentiment opoſé ne s'en ſont pas mieux trouvés; mais il eſt néceſſaire qu'il arrive des accidens qui faſſent ſentir la conſéquence de ne point s'écarter des bonnes maximes pour ne ſuivre que le haſard ou le caprice, le droit de réformer ne s'acquiert point impunément, & il n'y a qu'une longue pratique accompagnée d'une certaine théorie qui puiſſe en donner la poſſeſſion.

Les Magaſins, ſuivant le modéle de M. le Maréchal de Vauban, ſe font ordinairement de 10 toiſes de longueur dans œuvre ſur 25 pieds de largeur. PLANCH. 26. FIG. 1. & 2.

Pour les fondemens des longs côtés on leur donne 9 ou 10 pieds d'épaiſſeur, & la profondeur ſe détermine ſelon la nature du fond ſur lequel l'on veut bâtir; car je ne ſaurois croire que cette profondeur ait été reglée à 15 pieds, comme je l'ai vû ſur un deſſein ſigné de M. de Vauban, puiſqu'il ſemble que 6 pieds ſont plus que ſuffiſans; mais il ſe peut que ce deſſein ait été projetté pour être executé dans un endroit qui exigeoit qu'on en uſat ainſi.

Sur ces fondemens on éleve les piés-droits de 9 pieds d'épaiſſeur lorſque la Maçonnerie n'eſt pas des meilleures, & de 8 pieds ſeulement lorſqu'elle ſe trouve compoſée de bons matériaux & ne faiſant point de Grenier, il ſuffit de leur donner 8 pieds de hauteur au-deſſus de la retraite; de ſorte que quand le plancher du Magaſin eſt élevé au-deſſus du rez-de-Chauſſée, autant qu'il eſt néceſſaire pour le mettre à l'abri de l'humidité, il reſte à peu-près 6 pieds depuis l'aire du plancher juſqu'à la naiſſance de la Voûte.

La Voûte ſe fait de 3 pieds d'épaiſſeur au milieu des reins & eſt compoſée de quatre Voûtes de briques repetées l'une ſur l'autre, l'extrados de la derniere terminée en pente, dont la direction ſe détermine en donnant 8 pieds d'épaiſſeur au-deſſus de la clef, ce qui rend l'angle du faîte un peu plus ouvert qu'un droit.

Les deux pignons ſe font chacun de 4 pieds d'épaiſſeur élevé juſqu'aux pentes du toit & même un peu au-deſſus, comme cela ſe pratique à tous les Edifices. A l'égard des fondemens de ces pignons on leur donne 5 pieds d'épaiſſeur & autant de profondeur que ceux des longs côtés.

Les piés-droits ou longs côtés ſe ſoûtiennent par quatre contreforts de 6 pieds d'épaiſſeur & de 4 de longueur, eſpacés de 12 pieds les uns des autres.

Dans le milieu de l'intervalle d'un contrefort à l'autre, on pratique des évents pour donner de l'air aux Magaſins, les dez de ces évents ont ordinairement un pied & demi en tout ſens, & l'eſpace vuide pratiqué autour ſe fait de 3 pouces de largeur contournée de maniere qu'ils aboutiſſent au parement exterieur & interieur en forme de creneaux. Ces dez ſervent à empêcher que des gens mal-intentionnées ne puiſſent jetter quelque feu d'artifice pour faire ſauter le Magaſin, & pour prévenir un ſemblable malheur, il eſt à propos de fermer encore les fentes des évents par pluſieurs plaques de fer percées, parce qu'autrement on pourroit attacher à la queuë d'un animal la machine qu'on voudroit y introduire, ce qui ne ſeroit pas difficile, puiſqu'on a trouvé pluſieurs fois dans des Magaſins, des coquilles d'œufs & des volailles que les Foüines y avoient portées.

Après

Echelle de la p^re et de la 2 figure

6 pi. 2 3 4 5 6 toi.

Echelle de la 3.4.5.et 6.figure

6 pi. 2 3 4 5 6 toi.

fig. 5.

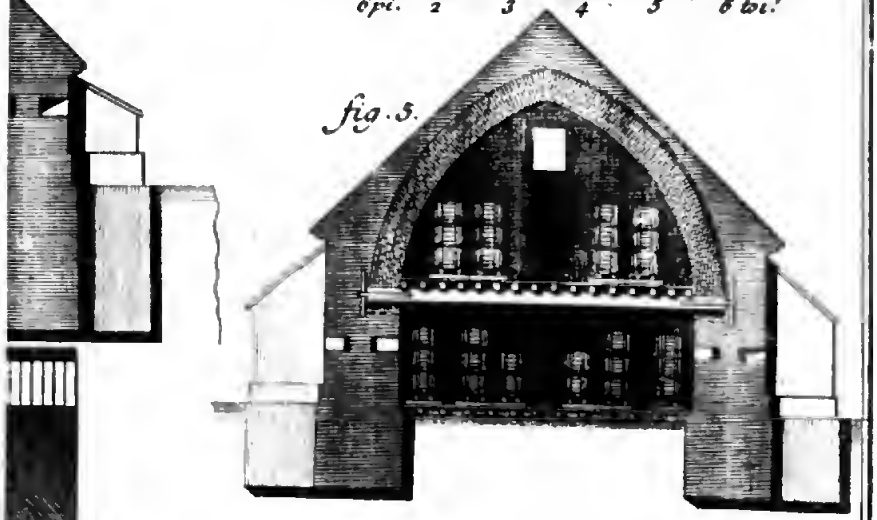
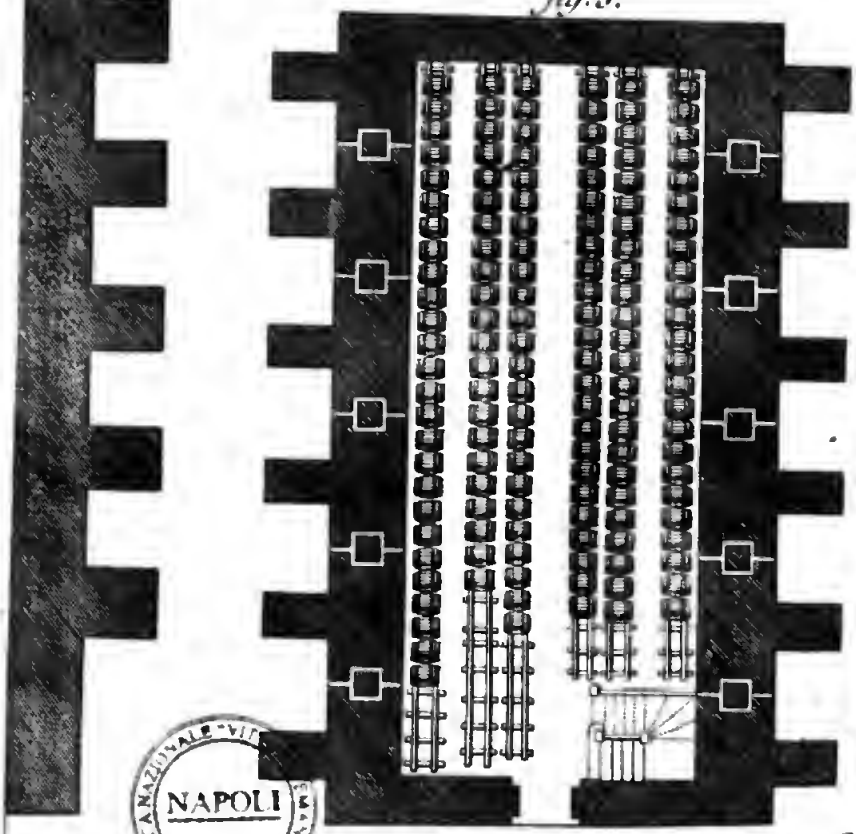


fig. 6.



NAPOLI

Après que l'aire du Magaſin eſt bien arraſé, on y fait un couchis de lambourdes de bois de chêne de 8 à 9 pouces de groſſeur eſpacés à un pied & demi les unes des autres dont l'intervalle ſe remplit de charbon ou de recoupes de pierres, puis on recouvre le tout de deux planchers de madriers de 2 pouces d'épaiſſeur chacun poſés l'un ſur l'autre.

Pour éclairer le Magaſin on fait une fenêtre dans chaque pignon que l'on ferme avec deux venteaux de madriers de deux ou trois pouces d'épaiſſeur dont l'un eſt en dehors & l'autre en dedans. Celui de dehors eſt couvert de taule & ſe ferme auſſi-bien que l'autre avec deux bons verroux; ces fenêtres ſe font fort élevées crainte des accidens, on les ouvre avec le ſecours d'une échelle pour donner de l'air au Magaſin pendant les beaux jours.

On ferme auſſi les Magaſins par deux portes de bons madriers qui s'ouvrent en dehors & en dedans, celle de dehors eſt recouverte de taule & n'a qu'une ſerrure, celle de dedans en a deux qui ont chacune leur clef différente, le Gouverneur ou le Commandant de la place en a une, le Lieutenant d'Artillerie l'autre; & le Garde-Magaſin celle de la premiere porte: il eſt à propos autant qu'on le peut, que l'entrée regarde le midi, ou au moins le levant, afin que le Magaſin ſoit orienté avantageuſement, pour être éclairé du ſoleil quand on veut lui donner de l'air.

Pour empêcher qu'on aproche des Magaſins, on fait à 12 pieds de diſtance un mur de clôture, d'un pied & démi d'épaiſſeur & de 9 ou 10 de hauteur.

Un Magaſin tel que celui-ci, peut contenir 94800 liv. de poudre, engerbés de 3 barils ſeulement, car lors qu'il y en a 4 ou 5, les premiers ſe trouvant trop chargés, les cercles & les douves ſe déſuniſſent, & la poudre tamiſe, ce qui peut être ſujet à de grands accidens.

Les dimenſions précédentes, paroiſſent ſi bien reglées, que je ne crois pas qu'on puiſſe en ſuivre de meilleures; car l'on eſt ſûr que la Voûte eſt abſolument à l'épreuve de la bombe, & que l'épaiſſeur des longs côtés, eſt parfaitement bien déterminée, en la faiſant de 8 pieds, car ayant cherché de combien elle devoit être, pour ſoutenir en équilibre la pouſſée de la Voûte, j'ai trouvé 7 pieds & environ 8 pouces; voilà une occaſion où la pratique ſemble avoir prévenu la théorie, & l'on voit bien que M. de Vauban n'a pas eu recours à la régle des Architectes, dont j'ai fait mention au commencement du ſecond Livre; & ce qui me ravit d'admiration encore une fois, c'eſt que dans preſque tous les cas

eſſentiels, où j'ai fait un paralelle de ſes maximes, avec les loix de la mécanique, j'ai remarqué que l'un & l'autre étoient preſque toujours d'accord. Un ſuccès ſi heureux doit être attribué, (comme je l'ai ouï dire à M. le Comte de Vauban ſon neveu) aux connoiſſances qu'il tiroit de l'examen des anciens édifices, & au plaiſir qu'il prenoit de ſe communiquer ſouvent avec les plus habiles Géométres, & même avec les Ouvriers, dès qu'il leur apercevoit quelque merite, il propoſoit des problêmes aux uns, & des difficultés aux autres, ſouvent après les avoir reſolus lui-même, ſa grande capacité lui faiſoit développer les efforts de la théorie la plus abſtraite; il ſuffiſoit qu'on s'énonçât clairement & qu'on le conduiſit ſur les voyes, pour arriver ſouvent le premier au dernier terme de la ſolution.

Les choſes qui paroiſſent les plus parfaites, n'étant point exemptes de quelques petites corrections; je voudrois pour plus de ſolidité, changer la diſpoſition des contreforts du Magaſin de M. de Vauban; par exemple au lieu de les faire de 6 pieds d'épaiſſeur & de 4 de longueur, leur donner 6 pieds de queuë & 4 d'épaiſſeur, parce qu'alors le bras du lévier devenant plus long, la puiſſance reſiſtante ſoutiendroit beaucoup mieux la pouſſée de la Voûte; & comme on ne ſauroit avoir un trop grand nombre de points d'apui, il ſeroit à propos au lieu de quatre contreforts, en faire cinq de chaque côté, & en ce cas il ſuffiroit de donner 6 pieds ou 6 & demi d'épaiſſeur aux pieds droits, puiſque ces contreforts étant ainſi diſtribués, ils cauſeroient une reſiſtance d'environ un tiers au-deſſus de celle qu'il faudroit, pour ſoutenir l'effort de la Voûte.

Les piés-droits & les contreforts n'ayant que peu d'élevation, & bien liés avec leur fondemens, on peut regarder les points d'apuis placés ſous l'extrêmité des fondemens de la queuë des contreforts, & non pas au rez-de-chauſſée, comme nous l'avons ſupoſé dans le deuxiéme Livre; c'eſt pourquoi afin d'allonger encore plus le bras de levier, je voudrois qu'on donnât beaucoup d'empatement aux fondemens, les faiſant déborder de 2 pieds ou 2 & demi, au-delà du nud du mur, ramené au rez-de-chauſſée par pluſieurs retraites, comme on le voit par le cinquiéme deſſein de la 27 Planche, où l'on remarquera que pour aſſurer les points d'apuis, on les a établis ſur deux rangs de madriers; on ne feroit pas mal d'en mettre auſſi ſous les fondemens des longs côtés, afin de prévenir l'inégalité des affaiſſemens; cette conſtruction ſeroit excellente, ſur tout dans un mauvais terrain, parce qu'il ſuffiroit de s'y aprofondir de 5 à 6 pieds, & je puis bien aſſurer que la dépenſe ne ſeroit pas

PLANCH. 27. FIG. 5.

ſi conſidérable à beaucoup près, que ſi l'on donnoit 8 à 9 pieds d'épaiſſeur aux longs côtés comme à l'ordinaire.

La principale cauſe qui rend les planchers des Magaſins fort humides, & qui fait qu'ils ſe pourriſſent au bout d'un certain tems, c'eſt que l'on a coûtume de poſer les lambourdes ſur la terre, & de remplir leur intervale de recoupes de pierre, ou de charbon; ainſi l'air ne pouvant circuler par le deſſous du plancher, les madriers ſe pourriſſent : or pour prévenir cet inconvenient, je voudrois que l'on fit la derniere retraite interieure des fondemens, d'environ un pied plus élevé que le rez-de-chauſſée du pourtour extérieur du Magaſin, & qu'on lui donnât 5 ou 6 pouces de largeur, & traverſer enſuite toute la longueur du Magaſin, par trois dez de Maçonnerie, également eſpacés les uns des autres, leur donnant un pied de hauteur; ſur autant d'épaiſſeur, fondés ſur 3 ou 4 rangs de briques poſées à plat.

Après que cette Maçonnerie ſera bien arraſée à la hauteur de la retraite intérieure, & qu'elle aura eu le tems de ſécher, il faut la traverſer par des lambourdes, qui iront ſe terminer ſur les retraites des longs côtés, obſervant de les placer à 2 pieds de diſtance, de milieu en milieu, & pour que la maçonnerie ne les endommage pas, il eſt bon de mettre entre deux, des couſſinets ou bouts de madriers, d'un pouce & demi ou deux pouces d'épaiſſeur.

Toutes les lambourdes étant bien arraſſée, on poſera le premier & le ſecond plancher comme à l'ordinaire bien chevillé; & comme l'entrevoux des poutrelles, auſſi bien que l'intervale des dez, ſur leſquelles elles ſeront poſées, ne ſera rempli par aucune matiere; il faudra afin que l'air puiſſe y circuler, & rafraîchiſſe le deſſous du plancher, pratiquer dans le plancher même, le long de chaque pignon, des trous ou évents d'un pied en quarré, enſorte qu'il s'en trouve deux, aux extrêmités de chaque eſpace vuide qui y regne.

Pour avoir une parfaite intelligence de ce que je viens de dire, il ſuffira de conſidérer avec un peu d'attention, le plan & le profil repréſenté par la 5e & la 6e Figure de la Planche 27, où l'on verra que le plancher du Magaſin eſt partagé en deux parties, l'une fait voir la diſpoſition des dez de maçonnerie, & des lambourdes, & l'autre en quel ſens ces lambourdes ſont recouvertes par les madriers, ainſi je ne m'y arrêterai pas davantage. PLANCH. 27. FIG. 5. & 6.

En compoſant ce Chapitre, j'ai cherché à reſoudre une difficulté qui s'eſt preſentée pluſieurs fois à mon eſprit; ſavoir comme il falloit déterminer l'épaiſſeur des Voûtes des Magaſins, celle des

Souterrains & de tous autres édifices militaires, ſelon leur différente grandeur pour qu'elle reſiſte également au choc des Bombes : il eſt vrai que nous ſommes prévenus, qu'une Voûte en plein ceintre de 25 pieds de largeur, de 3 pieds d'épaiſſeur dans le milieu des reins, eſt parfaitement à l'épreuve ; mais nous ignorons quelle dimenſion il faut donner à celle qui auroit plus ou moins de largeur, car il n'y a point de doute, qu'il ne faille regler l'épaiſſeur à proportion, & c'eſt ce que l'on pourra faire en ſuivant la régle que voici.

Voulant conſtruire un Magaſin de 36 pieds de largeur, couvert par une voute en plein ceintre ; on demande quelle épaiſſeur il faut lui donner dans le milieu des reins, pour qu'elle ſoit à l'épreuve : il faut dire, *ſi le diamêtre de 25 pieds, donne 9 pour le quarré de l'épaiſſeur de la Voute qui eſt à l'épreuve, que donnera 36 pieds diamêtre d'une autre Voûte, pour le quarré de ſon épaiſſeur, afin qu'elle ſoit auſſi à l'épreuve* ; on trouvera environ 13 pieds, dont la racine quarrée qui eſt 3 pieds 7 pouces 2 lignes, ſera au juſte l'épaiſſeur que l'on demande, ainſi des autres.

Si l'on fait attention que le principe que nous avons inſinué, au ſujet de la reſiſtance des bois, dans le deuxiéme Chapitre de ce quatriéme Livre peut s'apliquer à celle des voutes, on apercevra ſans peine la démonſtration de cette régle ; c'eſt pourquoi je ne m'y arrêterai pas, pour ne point faire une trop longue digreſſion, je dirai ſeulement, qu'on pourra trouver de la même maniére, la longueur des vouſſoirs pour les arches des Ponts, de telle grandeur que l'on voudra, comme j'en ferai mention dans le ſecond volume.

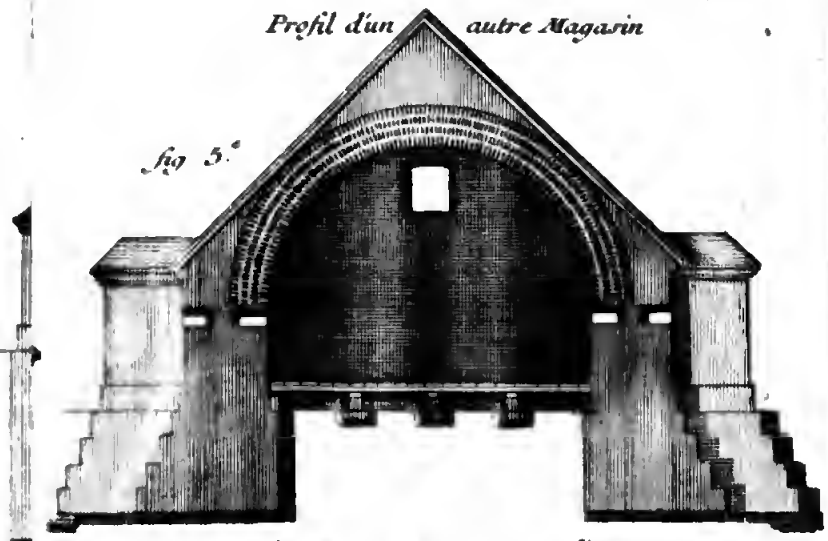
Quand on conſtruit des Magaſins ſur des lieux élevés, & qu'on peut pratiquer au-deſſous de leur rez-de-chauſſée, des ſouterrains pour renfermer des munitions de guerre ou de bouche, on leur donne la diſpoſition que l'on voit repreſentée par le 3e & 4e deſſein de la 26 Planche, où l'on obſervera que le ſouterrain eſt couvert par pluſieurs voutes d'arrête, pour éviter l'élevation qu'il auroit fallu lui donner, ſi on avoit voulu le faire autrement ; on remarquera auſſi que les contreforts ſe trouvent placés vis-à-vis les pilliers, qui ſoutiennent les voutes dans le milieu des ſouterrains, parce qu'ainſi ils buttent toute l'action de la pouſſée, qui dans ces ſortes de voutes, aboutit au point où ſe rencontrent les arêtes ou diagonales : comme ces voutes ſont garanties du principal effort de la bombe, par celle qui couvre le Magaſin qui eſt au-deſſus, il ſuffit de leur donner deux pieds d'épaiſſeur, à l'endroit de la clef pour être parfaitement à l'épreuve.

L'on deſcend dans le ſouterrain par un eſcalier que l'on voit

La 5ème des Ingrs Liv IV. pl 27. page 68

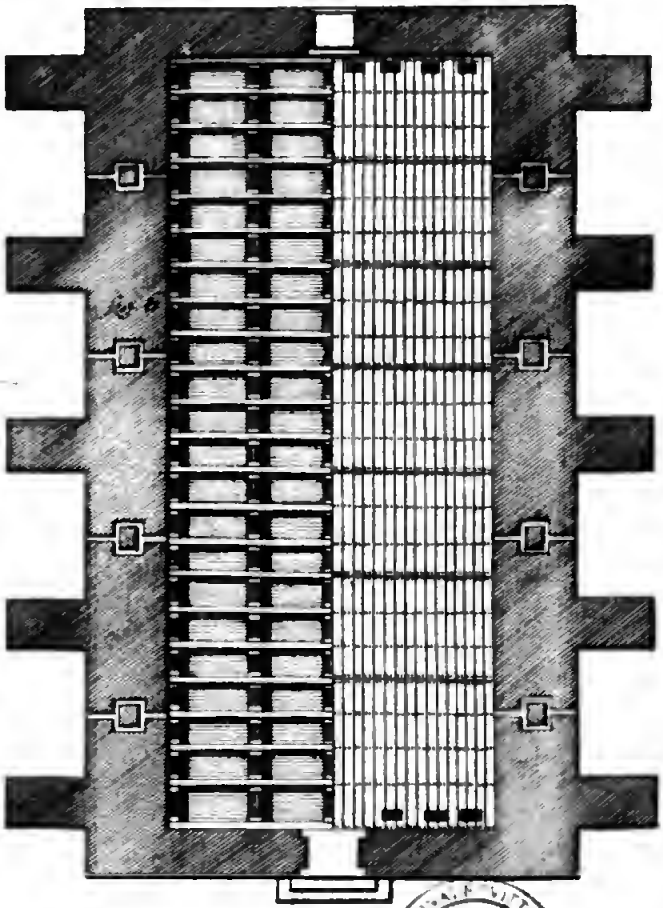
Profil dun autre Magasin

fig 5.e



Plan dun Magasin a Poudre dune Construction nouvelle.

fig 6



BIBLIOTECA NAPOLI

marqué sur le plan, & c'est dans le pignon qui répond à la rampe que l'on pratique un évent ou petite fenêtre, pour lui donner de l'air, l'on pourroit même faire des soupiraux entre les contreforts, pour le rendre moins humide ; mais il faudroit qu'ils fussent tournés de façon à ne causer aucun préjudice.

Comme l'étage du rez-de-chaussée n'est autre chose qu'un Magasin ordinaire, qui ne comprend rien de particulier, je ne m'y arrêterai pas, non plus qu'aux dimensions qu'il convient de donner aux piés-droits, en ayant assez dit sur ce sujet dans le second Livre.

Dans plusieurs de nos Places, on voit des édifices exécutés comme le précédent, il s'en trouve même de plus considérables, comme on en peut juger par le profil représenté par la 3e Figure de la 27e Planche, qui apartient à un Arsenal composé de quatre étages ; le premier est un souterrain couvert par deux voutes en plein ceintre, qui s'apuyent mutuellement sur le mur de refend, qui partage le souterrain en deux, dans toute sa longueur, on y a percé des portes de distance en distance, pour passer d'un souterrain à l'autre, ce que je n'ai pû exprimer sur le plan, n'en ayant raporté qu'un bout représenté par la 4e Figure, à cause qu'il auroit fallu trop d'espace pour le faire voir tout entier ; mais un pareil plan est si simple, qu'on s'imaginera aisément de quoi il est question, d'ailleurs la longueur est en quelque façon indéterminée, puisqu'elle dépend de la place où l'on voudroit construire un édifice comme celui-là, de la dépense qu'on y veut faire, ou du besoin de l'avoir plus ou moins étendu, j'ajoûterai seulement qu'il convient de descendre dans ces sortes de souterrains par une rampe large & commode, ainsi qu'on le fait aux écuries qui sont pratiquées dans les caves, plutôt que par un escalier, afin de pouvoir manœuvrer plus aisément, quand il s'agit d'y introduire des munitions de guerre ou de bouche. PLANCH. 27. FIG. 3.

Ce souterrain étant supposé creusé dans le roc, on a pris occasion de montrer comme en pareil cas on peut se dispenser de faire les murs aussi épais en bas qu'en haut, en les apuyant contre le roc qui doit faire partie de l'épaisseur qu'il auroit fallu donner dans tout autre terrain, puisqu'il suffit de le couper par ressaut, & de suivre ce qui a été enseigné dans le troisiéme Livre, en faisant mention des fondemens établis dans ce goût-là.

Le second étage qui est celui du rez-de-chaussée, est à peu près semblable au précédent, étant aussi voûté en plein ceintre à l'épreuve de la Bombe, ce qui peut être d'un grand avantage dans les petites fortereſſes escarpées, & qui sont plus sujettes à être inquietées des Bombes que du Canon.

Le troiſiéme étage peut ſervir pour les farines ou des munitions de guerre, & le 4e de Salle d'Armes; je crois même que l'Arſenal de Charlemont a été bâti à peu près ſelon le deſſein que je viens d'expliquer; puiſque nous en ſommes ſur les Arſenaux, il eſt à propos de traiter ce ſujet un peu plus amplement, par raport à la conſéquence des Places où on les conſtruit, & à pluſieurs circonſtances qu'il eſt néceſſaire de détailler.

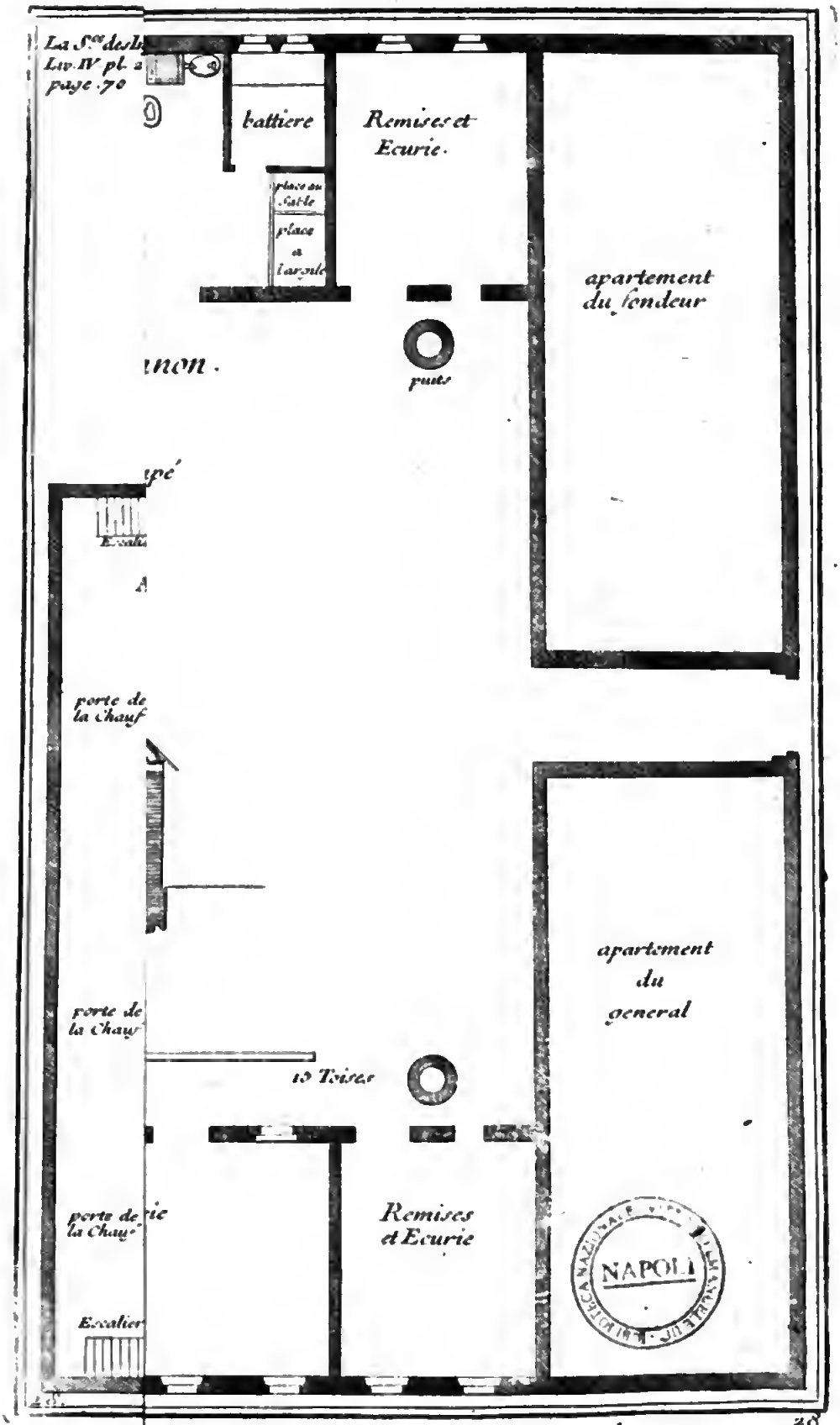
Il n'y a pas de Place de guerre où il ne faille un Arſenal, ſa grandeur & ſa diſtribution doivent être aſſujetties à la conſéquence du lieu, & aux travaux qu'on pourra y faire; par exemple aux Citadelles & autres petites fortereſſes, il ſuffit d'en avoir un d'une grandeur médiocre, pour contenir les munitions deſtinées à la défenſe, au lieu que dans une Ville frontiere conſidérable il en faut un grand pour y former des équipages de campagne, qui comprenne tous les endroits néceſſaires à executer les ouvrages propres à l'artillerie.

Il faut qu'un Arſenal de conſéquence ſoit bâti, ſi cela ſe peut, dans le voiſinage d'une riviere capable de porter batteaux, & qu'un bras de cette riviere réponde à un baſſin dans l'enceinte de l'Arſenal même pour y charger trois ou quatre bateaux à la fois, de maniere que les habitans ne puiſſent être inſtruits de la quantité des munitions, dont le convoi eſt compoſé, non plus que de leurs qualités.

Le corps propre de l'Arſenal ſervant à garder les principales munitions, doit être conſtruit dans l'étenduë d'une grande cour, entourée de Bâtimens, ce corps doit avoir auſſi ſa cour particuliére, environnée de couverts, ſéparés par autant de cloiſons qu'il ſera néceſſaire, pour les différentes eſpéces de munitions, par exemple s'il y a une fonderie dans la place, on prendra une ſalle pour les métaux, une autre pour le fer, une pour le charbon, une autre pour les plombs, grenades, petits boulets, cartouches, pierres à fuſil, & autres munitions peſantes; on reſervera un eſpace près de l'une des portes pour la balance, où on mettra des rateliers pour les armes, des piéces dont on peut avoir beſoin, quelque cordage, outils dont l'uſage eſt fréquent, & il eſt bon que les méteaux, fer & charbon, ne ſoient pas éloignés de cette balance.

Le premier étage du grand corps de l'Arſenal, doit avoir ſon plancher voûté ſur poutrelles, & ſervira pour les Salles d'Armes, dans leſquelles il ſeroit à propos d'avoir des armoires, pour enfermer pluſieurs petites munitions ſujettes à être priſes.

Le ſecond ſervira à mettre les armes des piéces de reſerve, ſacs à terre, meſures, cordages, leviers, coins de mire, chapiteaux, fuſées à Bombes & à Grenades, manches d'outils, & quantité d'au-


La S.te desb
Liv. IV pl. 2
page 70
batiere
Remises et
Ecurie.
place au
Sable
place
a
l'argile
apartement
du fondeur
puits
Escalier
porte de
la Chauf
apartement
du
general
porte de
la Chauf
15 Toises
porte de
la Chauf
Remises
et Ecurie
Escalier
NAPOLI

tres choſes, dont le poids n'eſt pas conſidérable.

Le grenier au-deſſus pourra ſervir de décharge, à ce qu'il y aura de trop dans l'étage au-deſſous, on y placera les munitions légeres, comme les harnois des chevaux, d'Artillerie, les hottes & paniers.

L'avant-Cour comprendra les logemens des Officiers d'Artillerie, auſſi-bien que ceux des Ouvriers, ces logemens doivent être de deux étages, diſtribués ſuivant les commodités qu'on y pourra pratiquer, prenant garde qu'il n'y ait point de fenêtres qui donnent ſur les ruës voiſines de l'Arſenal, pour les couverts il faut les diſtribuer de façon qu'on puiſſe y pratiquer des Forges, des Boutiques d'Armuriers, des Atelliers pour les Charpentiers & les Charrons, enfin pour tous les Charrois, parce qu'on ſupoſe que dans l'étage du rez-de-chauſſée du grand Corps de l'Arſenal, on y mettra tous les bois.

Mais pour avoir une idée des différentes choſes qui conviennent à un Arſenal, il n'y a qu'à conſidérer celui du Mont-Royal que j'ai raporté ſur la 31 planche, comme un des plus magnifiques de tous ceux qu'on a bâti dans les Places du Roi; c'eſt pourquoi j'ai mieux aimé le donner pour exemple que d'en faire un ſelon mon idée; c'eſt-à-dire, qui eut raport à ce que je viens d'inſinuer. PLANCH. 31.

Il ſe fait encore des Arſenaux compoſés d'une grande Cour, à l'entour de laquelle il y a des Arcades pour mettre à couvert tous les bois propres à l'Artillerie, les affuts & les autres Charrois néceſſaires au Canon, & au-deſſus de ces Arcades ſont les Salles d'Armes, & les autres où l'on renferme les munitions, & tel eſt par exemple l'Arſenal de la Fere.

Il me reſte pour finir ce Chapitre, de faire mention des Fonderies pour le Canon, dont je ne donnerai qu'une idée ſeulement parce que je me propoſe d'en parler avec plus de détail dans un Ouvrage qui regardera particulierement l'Artillerie, ainſi il ſuffira de jetter les yeux ſur la 28e planche, pour y avoir marqué tous les lieux néceſſaires à une Fonderie. Celle que je raporte a été projettée pour la Fere; mais elle n'a pas eû lieu à cauſe des obſtacles qu'on a rencontré de la part du terrain; car ce qu'il y a de plus conſidérable dans un pareil Edifice, ce ſont les Fourneaux & les Foſſes dans leſquelles on coule la Fonte pour la Fabrique du Canon; & comme il faut que les Foſſes ſoient d'une certaine profondeur, on a trouvé que la Fere étoit un lieu trop aquatique, cela n'empêche pas que ce projet ne ſoit parfaitement bien entendu & ne puiſſe être quelque jour exécuté ailleurs.

CHAPITRE DIXIE'ME.

Des Cazernes, de l'Hôpital, de la Priſon & Maiſons de Bourgeois.

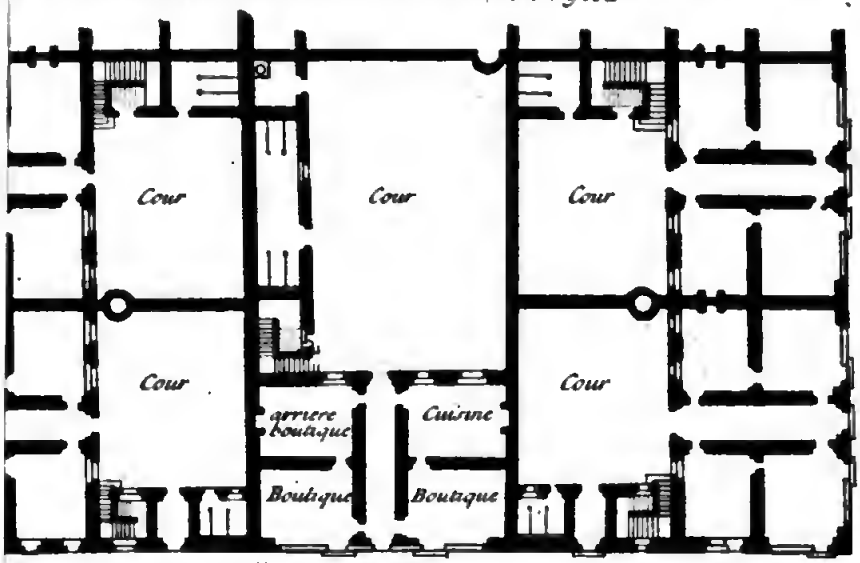
POUR maintenir l'ordre & la diſcipline dans la Garniſon des Places, on y fait des Cazernes pour loger les Troupes; & on s'en eſt ſi bien trouvé, qu'il y a peu d'endroits où l'on n'en ait conſtruits, en effet l'expérience fait voir que les Garniſons qui ſont Cazernées ſont beaucoup plus tranquilles, à cauſe de la commodité que les bas Officiers ont de faire l'apel tous les ſoirs, ce qui ne peut ſe pratiquer exactement quand le Soldat eſt diſperſé chez les Bourgeois où il a la liberté de ſortir à toute heure de la nuit; un autre inconvenient, c'eſt qu'un Gouverneur ou un Commandant de Place, ne peut en tems de Guerre faire ſortir un Corps de Troupes ou le moindre parti ſans que toute la Ville n'en ſoit informée. S'il arrive quelque allarme on n'aſſemble la Garniſon qu'avec beaucoup de peine & de tems, au lieu que dans les Cazernes on fait faire ſur le champ toutes les diſpoſitions que le ſervice du Roy peut demander.

Les Cazernes ſe conſtruiſent de pluſieurs façons ſelon la ſituation de l'endroit qui leur eſt deſtiné. Quand on a un eſpace aſſez étendu pour faire une grande Cour entourée de Bâtimens, elles ſont fort commodes parce qu'elles ſe ferment d'elles-mêmes, & que les chambres étant plus ramaſſées, on peut en moins de tems faire exécuter les ordres que le Gouverneur ou le Commandant de la Troupe juge à propos de donner.

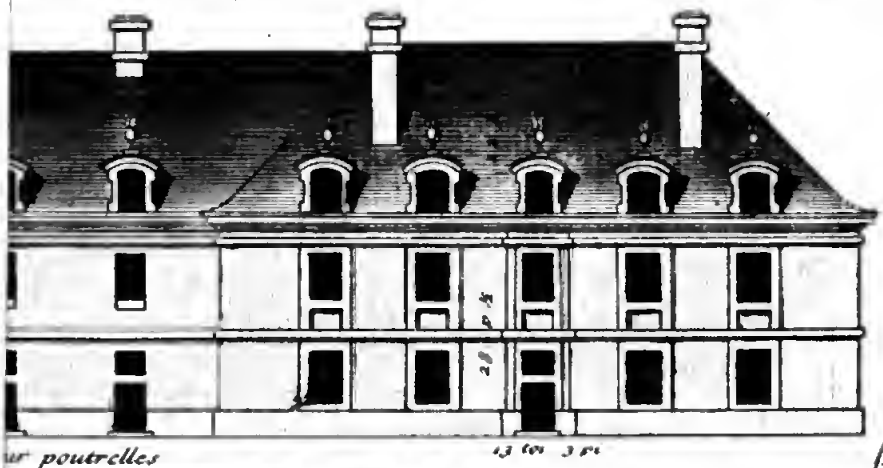
Cette diſpoſition de Cazernes convient ſurtout à la Cavalerie parce qu'elle a beſoin d'une Cour pour le ſervice journalier des Chevaux; alors on fait les Chambres au-deſſus des Ecuries & un Corridor pour communiquer de l'une à l'autre qui regne tout au tour du quartier, ou bien ſans faire de Corridor, l'on pratique des Eſcaliers de diſtance en diſtance; mais ils occupent beaucoup de place mal-à-propos, au lieu qu'ayant un Corridor, deux ou trois Eſcaliers ſuffiſent; il eſt vrai qu'il rend les Chambres du premier étage un peu obſcures, comme on le remarque aux quartiers de Cavalerie qui ſont dans la plûpart des Villes de Flandres; mais on peut remédier à cet inconvenient en faiſant le Bâtiment moins écraſé que ceux dont je parle.

Quand

de la moitié d'un Canton de dix maisons de Bourgeois



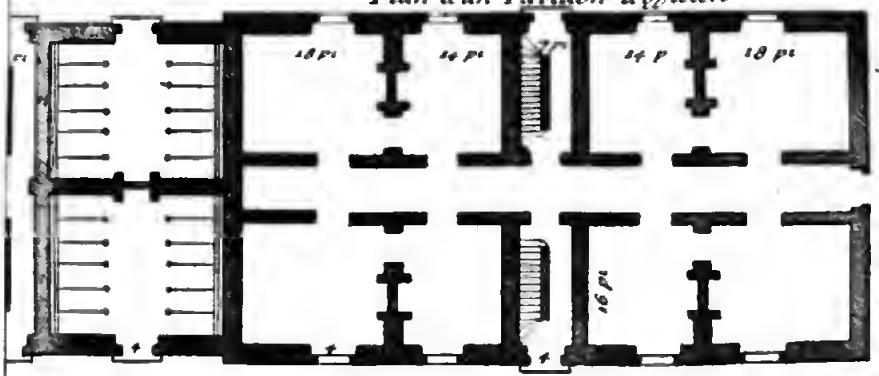
d'un Pavillon d'officiers



ur poutrelles

Echelle du Corps de Casernes et de ses Profils

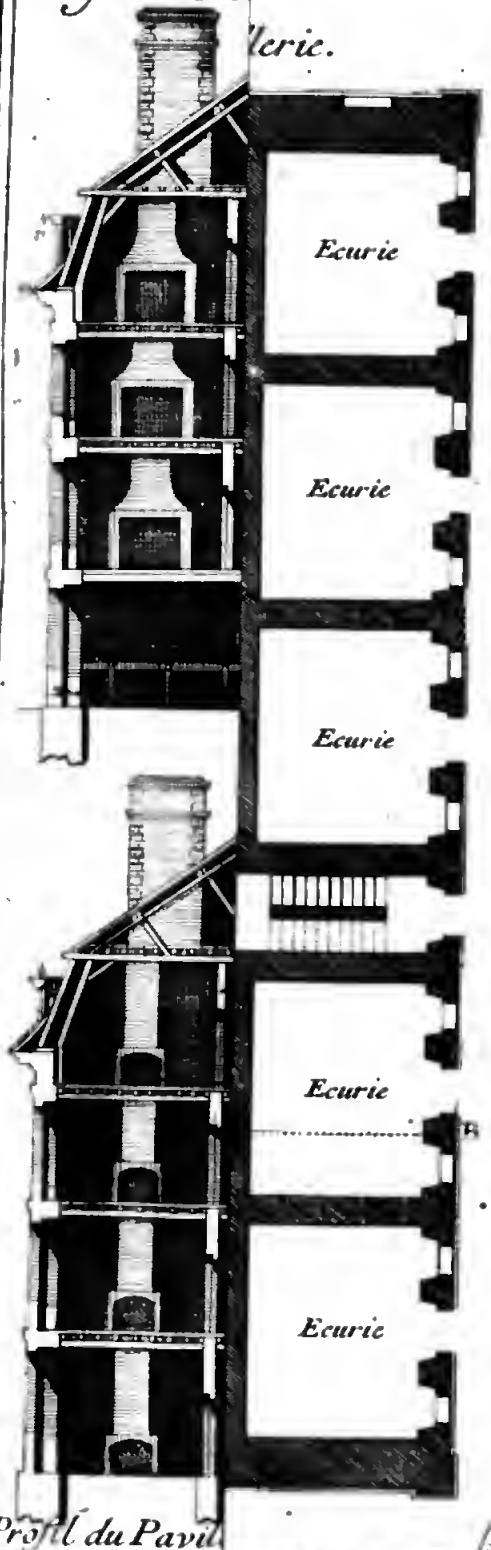
Plan d'un Pavillon d'officiers



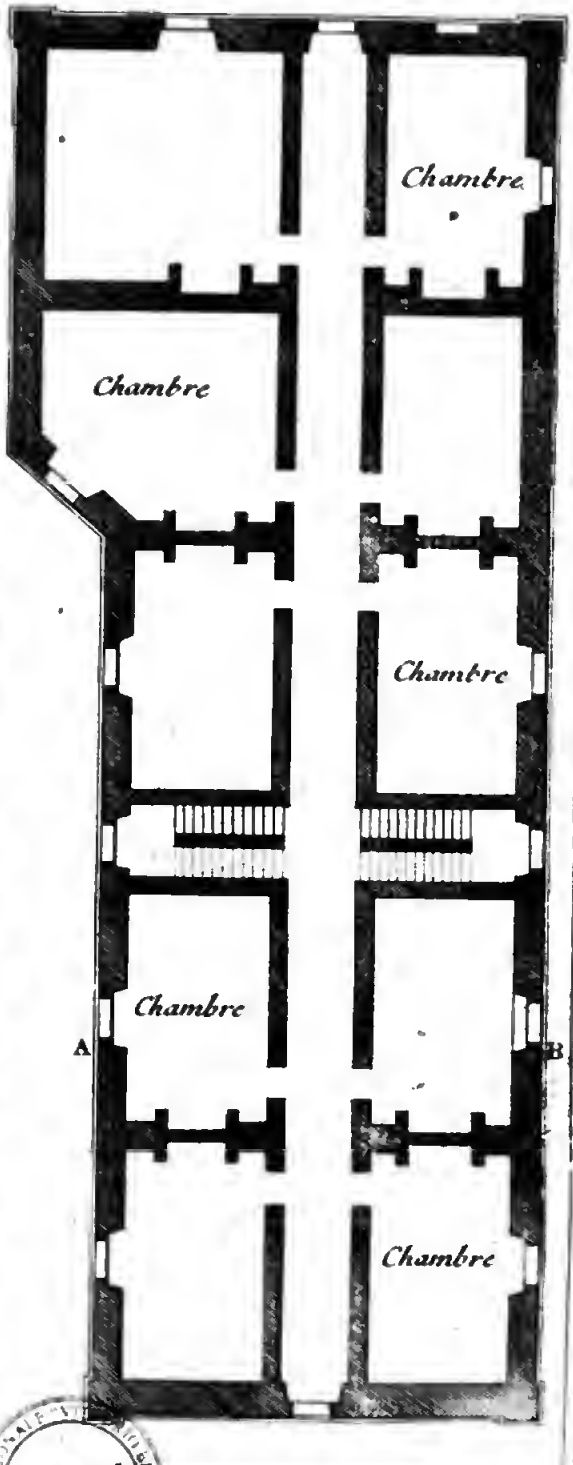
NAN

Profil des Cas

lerie.



Plan du 1.re étage des Casernes



Profil du Pavil

NAPOLI

Quand les Cazernes ſe bâtiſſent le long du rempart vers les courtines (comme Mr de Vauban l'a pratiqué en beaucoup d'endroits) elles ſont compoſées d'un grand corps de bâtiment pour loger les Soldats, aux extrêmités duquel il y a des Pavillons pour les Officiers, ces logemens ſont preſque toûjours à deux ou trois Etages ſans y comprendre le rez-de-chauſſée.

Dans chaque corps de Cazerne double, l'on fait quatre Chambres à chaque étage, dont deux répondront à l'eſcalier qui eſt de leur côté, & les deux autres aux leurs, chaque Chambre doit avoir 22 pieds de long dans œuvre ſur 18 de profondeur pour placer 4 lits; celles du rez-de-Chauſſée doivent être élevées de 12 pieds, celles du premier érage de 10 & celle en galetas de 8, leurs portes larges de 3 pieds ſur 6 de hauteur, & les murs de face deux pieds d'épaiſſeur au moins, avec un cordon à l'endroit du premier Plancher & une tablette ornée de moulures pour ſervir de couronnement au-deſſus du ſecond plancher de la maniere qu'on le voit marqué ſur la Planche 29 qu'il ne faut qu'apercevoir pour entendre les deſſeins qu'elle repréſente. PLANCH. 29.

Quand on veut faire les Planchers des Cazernes voûtés ſur poutrelles, on taille ces poutrelles à cinq pans de 12 pouces de face chacun & eſpacés de 18 à 20 pouces, les unes des autres; elles doivent être poſées ſur des ſablieres de 4 à 8 pouces d'épaiſſeur encaſtrées dans les gros murs où elles doivent entrer d'environ 12 à 15 pouces, on les revêtit d'un petit madrier de chêne ou de ſapin de 2 à 3 pouces d'épaiſſeur, poſées en mortier de terre graſſe pour empêcher que la Chaux ne conſomme le bois.

L'entrevoux de ces poutrelles ſe voute de briques miſes de cant en bonne liaiſon & en mortier de Chaux & ſable, on poſe en mortier de terre graſſe le premier rang de briques qui touche le flanc de ces poutrelles; on atraſe bien le deſſus de la voute, & on recire ſeulement les joints ſans y faire aucun enduit, après quoi ſur l'étenduë de chaque Chambre on fait un pavé de briques poſées de plat à mortier fin.

On ne voute plus guére ſur poutrelles parce que cela charge trop le bâtiment, on aime mieux faire les Planchers comme à l'ordinaire, en ce cas on ſe ſert de poutres proprement équarries à vive arreſte de même que les ſolives qui doivent être de bois de brin de 5 à 7 pouces de gros poſés ſur leur fort & eſpacés à un pied de diſtance les uns des autres de milieu en milieu. Si on ne fait point un plancher double, on recouvre les ſoliveaux de planches ſeiches d'un pouce & demi d'épaiſſeur, aſſemblées à languettes &

rainure blanchies des deux côtés & clouées chacune de trois cloux à l'endroit de toutes les solives, dont l'un sera mis au milieu de la planche, & les deux autres à 2pouces près des joints, observant que ces planches soient posées de maniere que leur extremité ne se rencontre point de suite sur une même solive, & que le tout soit bien mis de niveau non-seulement avec seuil des portes, mais en tout autre sens & proprement exécuté.

On pourra aussi faire des rainures dans le flanc de chaque solive pour y couler ensuite des bosses ou petits racineaux que l'on enveloppe de terre pétrie & préparée avec de la paille qu'on serrera à mesure les uns contre les autres, ce qui formera un plat-fond plus sourd & plus sur contre les accidens du feu ; on le crépira & blanchira ensuite par dessous, & le dessus sera recouvert de planches, de carreaux ou de briques.

Les Cheminées doivent avoir 5 pieds de largeur sur 4 de hauteur, & leur tuyaux 3 pieds sur 8 pouces : quant à la hauteur, il faut qu'elle surmonte le faîte du comble de 3 ou 4pieds pour éviter la fumée. Quoiqu'il soit d'usage de ne point faire de cheminées sans jambage, cependant comme l'experience fait voir la facilité avec laquelle elle se détruisent tous les jours, il vaut mieux soûtenir leur manteau par de doubles consoles de pierres de taille sans piés-droits.

Les portes seront suspenduës avec des gonds qui auront été placés en bâtissant, & la queuë de ces gonds sera gravée dans le dessus des pierres de taille ou elle devra être mise. Les gonds à repos & les pivots de ceux des portes auront 15 lignes de diamêtre, ceux des fenêtres 7 à 8, & seront tous parfaitement ronds & à plombs sur leur queuë, les œils de pantures seront également ronds & précisement de la grandeur convenable.

La cage de l'escalier doit être de 7 à 8 pieds de largeur partagée en deux par un mur de chifre qui soûtienne les rampes, les dégrés se font d'un pied de giron de 5 à 6 pouces de hauteur & l'on fait deux palliers, l'un au retour du milieu de la rampe & l'autre à chaque étage pour communiquer d'une chambre à l'autre.

Supoſant qu'en chaque Chambre il y ait quatre lits, on pourra y loger douze soldats, savoir huit dans la chambre & quatre de garde, ainsi dans les quatre chambre de plein-pied on y logera 48 hommes, & dans un corps qui compose les douze chambres qui accompagnent les Escaliers, on pourra y en loger 144.

Le rez-de-chaussée des Cazernes dont nous parlons, est principalement destiné pour servir d'Ecurie, lorsque ces Cazernes se-

roient occupées par la cavalerie, c'eſt pourquoi on n'y a point percé de fenêtres, n'étant éclairées que par le jour qu'elles peuvent tirer du deſſus des portes, ainſi qu'on le voit dans l'élevation, ce qui fait que ces chambres ne ſeroient pas fort commodes pour l'Infanterie ; mais je n'ai rien voulu y changer parce qu'on en va voir d'autres qui n'ont pas le même défaut.

Pour diſtribuer le logement des Officiers qui ſont dans les Pavillons, il faut faire deux eſcaliers qui paſſent par le milieu, avec un corridor de 6 pieds de large, qui traverſe de l'autre ſens, enſorte que chaque étage d'un Pavillon, ſe trouve diviſé en quatre apartemens, qui doivent être compoſés d'une chambre pour deux Officiers, de 18 pieds de long ſur 16 de large, & d'une cuiſine ou garde-robe pour les valets, de 16 pieds de long ſur 14 de large, & l'on fera enſorte de placer des latrines au bout de chaque corridor, contre le mur des Cazernes. PLANCH. 29.

Chaque appartement pourra être occupé par un Officier en tems de paix, & par deux ou davantage en tems de guerre, quand la Garniſon eſt renforcée, deſorte que douze Officiers peuvent loger dans un Pavillon en tems de paix, & 24 en tems de guerre ; mais pour fixer la quantité des logemens néceſſaires pour la Garniſon, dans le tems où elle ſera la plus forte, on pourra ſuivre à peu près la maxime de Mr de Vauban, qui eſt de ſupoſer 500 hommes de pied par Baſtion, ou autres ouvrages de la place équivalens, & 200 chevaux, ce qui fait dix compagnies d'Infanterie, & quatre de Cavalerie, chaque compagnie d'Infanterie ayant trois Officiers, & celles de Cavalerie deux, on jugera par là du nombre des Pavillons qu'il faudra pour leur logement, auſſi-bien que de celui des quartiers de Cazernes pour les Soldats.

Les Cazernes qu'on voit repréſentées ſur la Planche 30, ont été faites à Bethune en 1728 & ſont des plus belles que je connoiſſe : comme elles ſont deſtinées pour la Cavallerie, on voit que le plan du rez-de-chauſſée, comprend des écuries d'une fort belle grandeur, & bien éclairées chacune par deux croiſées ; ces écuries ſont voutées par des voutes ſurbaiſſées, au deſſus deſquelles il y a trois étages doubles pour les Cavaliers : attenant du même corps de Cazernes, eſt un Pavillon pour les Officiers, dont la diſtribution eſt ſuffiſamment détaillée par les plans, profils & élevations, pour en avoir une parfaite intelligence, ſans qu'il ſoit beſoin que je m'y arrête davantage : d'ailleurs comme j'en raporte le devis dans le ſixiéme Livre, tel qu'il m'a été donné par Mr Dartezé, qui en a eu la conduite, étant alors Ingenieur en chef de cette Place, on pourra ſi l'on veut y avoir recours. PLANCH. 30.

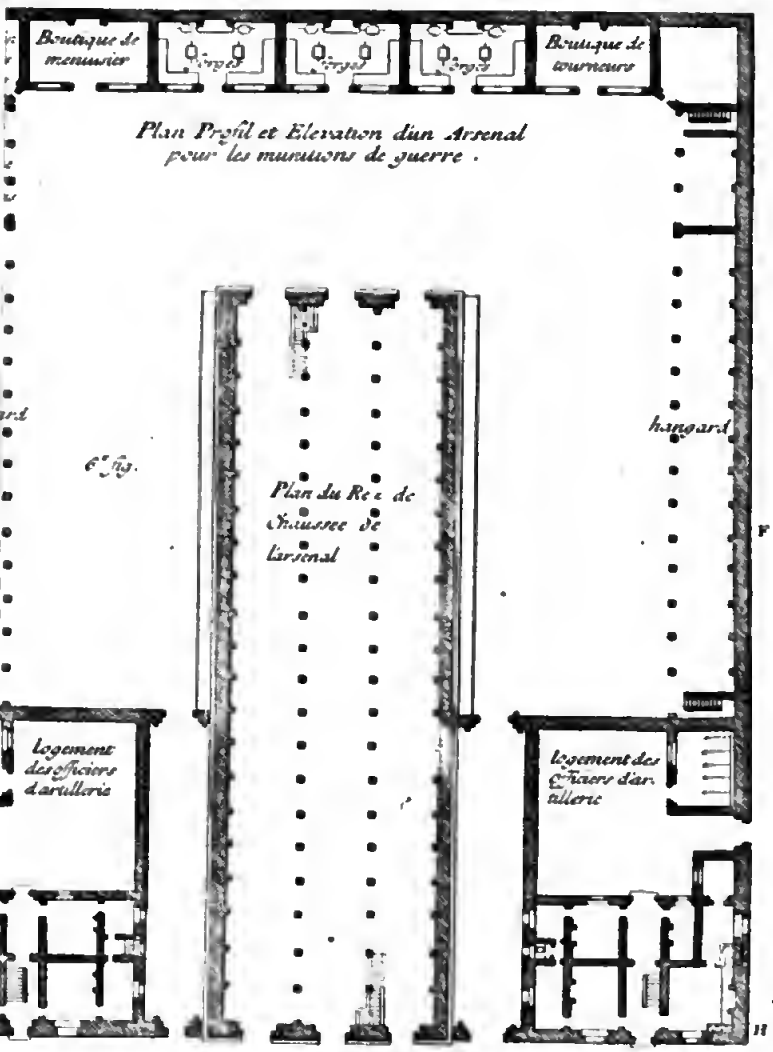
PLANCH. 31. Un édifice encore fort néceſſaire dans une Ville de guerre, eſt un Hôpital pour les malades de la garniſon, particulierement pour les bleſſés en tems de ſiége; ſa grandeur doit être reglée ſur la quantité de malades que l'on aura dans la plus forte Garniſon : & comme nous ſupoſons une Ville neuve, on pourra en eſtimer le nombre ſur ceux des Villes voiſines, ce qui ſe fera encore ſur l'experience, qui montre que de 25 hommes ou environ, il y en a un de malade, cependant il faut faire attention que dans les lieux aquatiques, les maladies ſont plus generales que dans les endroits où l'air eſt pur, & ſurtout quand on fait des remuemens de terres conſiderables.

Prévenu de ceci, on ſaura à peu-près le nombre de lits dont on pourra avoir beſoin, & par conſéquent la grandeur des bâtimens qu'il faudra faire, qui conſiſtent dans les ſalles des malades, infirmeries, cuiſines, Pharmacie, celliers, blancheries, hangards pour mettre le bois, enfin tous les logemens néceſſaires pour les Officiers de l'Hôpital : les ſalles des malades doivent être au rez-de-Chauſſée & au premier étage, on fera leur largeur de 42 pieds pour mettre deux rangs de lits de 6 pieds de chaque côté, & deux autres dans le milieu, avec deux allées de 9 pieds de large chacune, quant à la longueur des ſalles, on doit la regler par le nombre de lits, en comptant 4 pieds de largeur pour chacun, & autant pour la diſtance de l'un à l'autre ; au bout de la ſalle du rez-de-Chauſſée, on fait une Chapelle qui doit être découverte de la ſalle d'enhaut, par une tribune.

Quand il paſſe une riviere dans la Ville il faut autant qu'il eſt poſſible, faire enſorte de conſtruire l'Hôpital dans ſon voiſinage, ou au moins faire paſſer un ruiſſeau près de la cour ou du jardin, afin d'avoir l'eau en abondance ; mais ſans m'arrêter à tout ce qui peut convenir à un Hôpital, on n'a qu'à voir celui que je raporte ſur la Planche 31e ſi on ſe trouvoit dans le cas d'en faire conſtruire un, on ne feroit pas mal d'en communiquer le projet au Chirurgien Major de la Place, afin que de concert avec lui, on ne negli-
PLANCH. 31. ge rien d'eſſentiel.

Pour remplir le titre de ce Chapitre, il nous reſte à parler de la priſon ; on ſait bien qu'il eſt aſſez rare d'en conſtruire de neuves, à moins que ce ne ſoit dans des places nouvellement bâties, parce que dans les anciennes, il s'en trouve ordinairement dans les Reduits, Châteaux ou Tours ; mais ſi l'on étoit dans le cas d'en faire une, il faudroit qu'elle fût compoſée d'une cour entourée de bâtimens, enſorte que le logement du Geolier ſoit ſur le devant,

vation de l'arsenal pris sur la face G H



Echelle de la 1.re 3.e et 6.e figure

& n'ait aucune communication avec les priſonniers : à droite de la cour on pourra faire les cachots au rez-de-Chauſſée, & au-deſſus les priſons qui ſeroient deſtinées à des ſimples châtimens, pour le Soldat & le commun du peuple, enſorte qu'elles ne tirent leur jour que du côté de la cour, ne devant point avoir de fenêtres ſur la ruë ; à gauche on pourra faire deux ou trois petites chambres, pour loger les perſonnes qui meriteroient quelque conſidération, & le fond ſera occupé par d'autres priſons plus détachées du reſte du bâtiment, pour reſſerrer les priſonniers qu'on voudroit empêcher d'avoir communication avec des gens du dehors, qui vont & viennent : au-deſſus de ce bâtiment on pourra faire la Chapelle, afin que tous les priſonniers ſoient plus à portée d'entendre la Meſſe; j'ajoûterai que quand il eſt queſtion d'un édifice comme celui-ci, il faut faire les murs fort épais, & toutes les fenêtres bien grillées, de même que les tuyaux des cheminées.

Pour dire auſſi un mot des maiſons de Bourgeois, qui ſont repréſentées ſur la planche 29e il eſt bon qu'on ſache que le plan des cinq maiſons qu'on y voit, exprime la moitié d'un des cantons de la Planche 25, dont il a été fait mention dans le Chapitre huitiéme ; ainſi par cette moitié on jugera aiſément du reſte, à l'égard de la décoration des façades, comme elles accompagnent le plan dont je viens de parler, il ne faut qu'un coup d'œil pour en juger, ſans qu'il ſoit beſoin d'un plus grand éclairciſſement, je raporterai ſeulement ici le réglement qui a été fait au ſujet des maiſons qui ont été bâties au Neu Briſack ; il préſcrit ce qu'il faut obſerver pour empêcher les conteſtations entre les voiſins, & à quoi chaque particulier doit s'aſſujettir en bâtiſſant dans une Place de guerre.

DE PAR LE ROY.

Reglement concernant les Maiſons qui ſe bâtiſſent au Neuf-Briſack, ſur les Places que Sa Majeſté a bien voulu accorder aux Particuliers.

PREMIEREMENT.

TOUS ceux qui bâtiſſent doivent ſe conformer pour les faces de leurs bâtimens à celles qui ſont déja conſtruites ſur la grande Place, tant pour la décoration de ces fac & hauteur des cor-

niches, que pour la grandeur des Boutiques, Portes & Croiſées qui doivent toutes être ſemblables, ainſi que la hauteur des combles.

II.

CHAQUE particulier ſera obligé de faire un pignon de maçonnerie ayant 2 pieds d'épaiſſeur dans ſes fondemens juſqu'au rez-de-Chauſſée, 18 pouces du rez-de-Chauſſée juſqu'au plancher du grenier & 16 pouces delà au faîte du comble, & ceux qui en ont bâtis de charpente, ſeront tenus de les démonter pour les faire ſolidement, & comme il peut arriver quelque difficulté à l'occaſion de la conſtruction de ces pignons, les particuliers ne bâtiſſant pas tout à la fois, celui qui commencera le premier ſera indemniſé par ſon voiſin de la moitié de la dépenſe à meſure que le pignon s'élevera, ſans qu'il ſoit obligé d'attendre que ſon voiſin bâtiſſe ſur le devant.

III.

ILS obſerveront de mettre les auvens de même hauteur, obſervant la même choſe aux enſeignes qui ſeront de pareille grandeur le plus que ſe pourra faire.

IV.

DANS la conſtruction des caves, il eſt ordonné d'en vouter au moins une dans chaque maiſon.

V.

LES combles dans un même quarré ſeront de même hauteur afin de ſe raccorder parfaitement avec le deſſein.

VI.

ILS éloigneront le plus qu'ils pourront les lieux communs ou latrines des puits, non-ſeulement des leurs, mais auſſi de ceux que leurs voiſins feront conſtruire chez eux.

VII.

ET comme les tranſpirations de ces latrines pourroient à la fin gâter & corrompre les eaux des Puits, il eſt très-expreſſement enjoint à tous les Particuliers de faire citerner la foſſe de leurs latrines avec de bonne maçonnerie, & un enduit de ciment, obſer-

vant de laiſſer un trou à la voute pour les vuider quand il ſera tems.

VIII.

IL eſt encore enjoint à tous ceux qui ont obtenus des places de les bâtir inceſſamment afin qu'elles ſoient achevées dans le terme qu'on leur a donné, ſous peine de perdre leſdites Places que l'on donnera à d'autres, & même les legers Bâtimens qui ſont deſſus lorſque le tems de leur ſoûmiſſion ſera expirée.

IX.

IL eſt très-expreſſement ordonné à tous Maçons & Charpentiers de ſe conformer à ce Reglement ſous peine de priſon, & d'en répondre en leur propre & privé nom.

Et afin que perſonne n'en ignore, ſera le préſent Reglement lû & publié à ſon de Tambour & affiché par tout où beſoin ſera.

CHAPITRE ONZIE'ME.

De la Cantine, de la Glaciere, de la Boulangerie & des Moulins.

DANS toutes les Villes de guerre où la maltôte eſt établie le Roy veut bien accorder à la Garniſon une Cantine; c'eſt-à-dire un lieu où elle ait le privilege d'avoir de l'Eau-de-Vie, du Vin & de la Bierre, à un certain prix beaucoup au-deſſous de celui des cabarets. Quand cette Cantine ſe trouve dans une grande Ville, c'eſt à celui qui eſt l'Entrepreneur de ſe pourvoir d'une Maiſon qui lui convienne; mais dans une Citadelle ou autre Forteresſe qui n'eſt habitée que par des gens de guerre, la Cantine eſt preſque le ſeul endroit d'où la Garniſon peut tirer des raffraîchiſſemens, & alors ce ſont des Ingenieurs qui ſont chargés de la conſtruction & des réparations de cet Edifice, ce qui m'engage d'en faire mention.

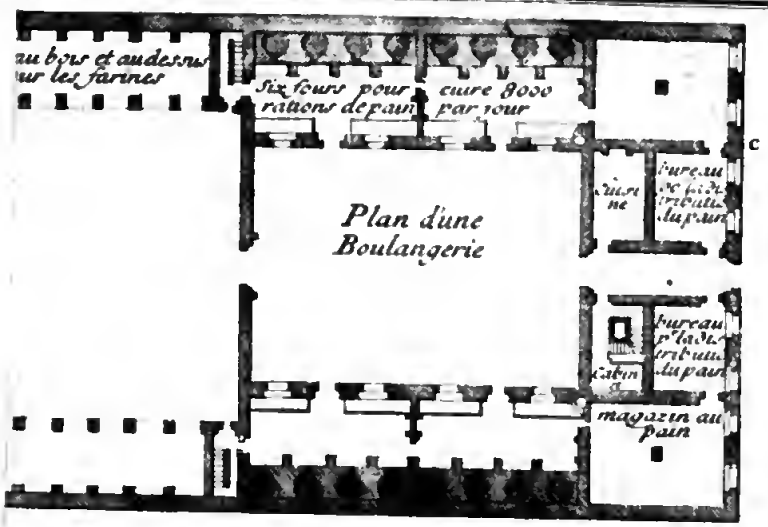
Une Cantine doit être compoſée de pluſieurs caves & au rez-de-Chauſſée d'une cuiſine, d'un Garde-manger, de trois ou quatre chambres pour donner à boire aux Soldats, d'une Salle pour l'Auberge des Officiers, d'une Ecurie pour 12 ou 15 chevaux, & d'un

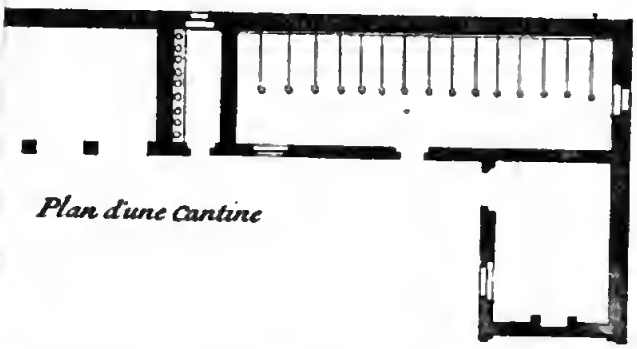
couvert pour mettre le bois ; au-deſſus du corps de logis, on diſtribuëra auſſi un nombre de Chambres qui répondront ſi l'on veut à celle du rez-de-Chauſſée, elles ſerviront pour loger les étrangers.

PLANCH. 32. La Cantine qui eſt raportée ſur la Planche 32 eſt à peu-près dans ce goût-là.

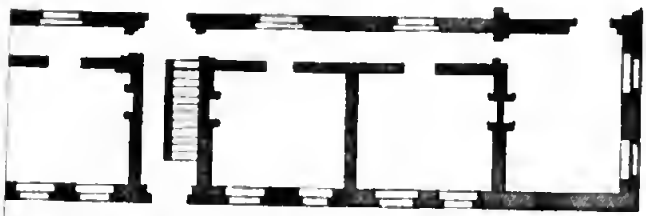
Pour procurer aux Officiers d'une Garniſon le plaiſir de boire frais en Eté, on fait aſſez ſouvent une Glaciere dont la conſtruction & l'entretien regardent auſſi les Fortifications; mais c'eſt l'Etat Major de la Place qui prend le ſoin de la faire remplir. Pour la bien placer il faut choiſir un lieu élevé, comme par exemple un Baſtion plein, on fait une foſſe en forme d'entonnoir, on lui donne environ 20 pieds de diamêtre & 10 ou 12 de profondeur, plus ou moins : ſi l'on rencontroit pour faire cette foſſe une terre glaiſe qui n'eût point été remuée, on pourroit ſe diſpenſer de la revêtir de maçonnerie ; mais quand cela ne ſe trouve point, on y fait un revêtement de briques de deux pieds d'épaiſſeur ou davantage ſelon qu'on aura lieu de craindre la pouſſée des terres qui n'a guéres lieu dans cette occaſion, parce que donnant pour profondeur à peu près le rayon du grand cercle, les terres ſe trouvent avoir leur pente naturelle, & par conſéquent ſe ſoutiendront ſous l'angle de 45 dégrés. Au fond de la Glaciere l'on fait un petit Puits de 3 pieds de diamêtre ſur 5 ou 6 de profondeur qui doit être auſſi revêtu, il ſert à recevoir l'eau de la glace qui ne manqueroit pas de fondre celle du fond ſi elle n'avoit un écoulement, ainſi l'on ſent bien que c'eſt par le Puits qu'il faut commencer la maçonnerie, & quand on ſera parvenu au bord, il faudra faire un roüet compoſé de bon bois de chêne pour ſervir d'empatement aux premieres aſſiſes du revêtement de l'entonnoir : quand on l'a rempli de glace on ferme le Puits par un plancher à claire voye ; la maçonnerie étant achevée & lui ayant donné tout le tems de ſecher, on fait pour couvrir la Glaciere une charpente en figure de cône, dont la baſe repoſe ſur le bord de la maçonnerie, & cette charpente eſt garnie de chaume depuis la pointe du cône juſqu'à terre d'une épaiſſeur ſuffiſante pour empêcher le Soleil de pénétrer à travers ; c'eſt pourquoi afin de tenir cet endroit plus à l'ombre, on plante à l'entour des arbres aſſez près les uns des autres pour qu'ils forment par la ſuite un berceau ; pour entrer dans la Glaciere, on fait une petite allée de 10 à 12 pieds de longueur & 4 de largeur voutée & tournée du côté du Nord, on la ferme par deux portes, dont il y en a une à chaque extrémité.

PLANCH. 32. Comme en tems de guerre l'on donne le pain aux Troupes, l'on fait





Plan d'une Cantine



tion de la Façade A.B.

moulins

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

fait une Boulangerie qui en fournit non-seulement à la garnison, mais encore à une Armée qui seroit dans le voisinage de la Place; c'est pourquoi il faut qu'elle soit composée au moins de 16 Fours accompagnés de leur Chaudiere, pour que les Munitionnaires puissent livrer dans un besoin au moins 8000 rations par jour. Ces Fours auront chacun 9 pieds de diamêtre, & 2 pieds sous Voûte dans le plus élevé, la gueule aura 2 pieds de largeur sur un & demi de hauteur, élevés de trois pieds au-dessus du rez-de-Chaussée, ainsi qu'on le peut voir par le plan & le profil du Four que j'ai raporté en grand sur la trente-quatriéme Planche, parce que ceux de la Boulangerie étoient dessinés trop en petit pour être apperçûs distinctement. PLANCH. 34.

La construction des Fours n'a rien de particulier que les moindres Maçons ne sçachent; je dirai seulement que les Voûtes doivent être faites avec des briques d'une bonne terre bien préparée & bien cuite, posées debout comme des vousſoirs avec du mortier fin; à l'égard du carrelage dont l'étendue du Four doit être couverte, il faut pour poser les carreaux, se servir de mortier de terre glaise, & non de celui fait de chaux & de sable, parce que la chaleur le feroit enfler, & détacheroit les carreaux en peu de tems.

L'Edifice doit être composé de deux Cours, la premiere pour la commodité des Mitrons, la seconde pour les Charrois & les Ecuries; dans le Bâtiment il doit y avoir 2 Magasins pour renfermer le pain, 2 Bureaux pour le distribuer; au-dessus l'on fera des logemens pour les Commis des Vivres, & les Farines pourront être mises dans les Greniers au-dessus des hangards; mais pour donner une idée plus sensible de tout ceci, on peut voir la Boulangerie représentée sur la Planche 32.

Quand il n'y a point de Moulins à vent ni à eau dans une Place, ou que l'ennemi, s'il y en a, peut les rendre inutiles, il faut faire un Bâtiment pour en mettre à bras & à Cheval en quantité suffisante pour entretenir la Garnison de Farine; ce Bâtiment doit être seulement composé de deux grandes Places au rez-de-Chaussée pour renfermer les Moulins, d'un hangard assez grand pour mettre à couvert le bois que l'on donne aux Troupes, & d'une Ecurie capable de contenir 14 ou 15 Chevaux, avec de bons Greniers pour renfermer les Farines, comme on le peut voir sur la même Planche. PLANCH. 23.

Je ne dis rien présentement de la Mécanique de ces sortes de Moulins, devant en faire mention dans le second Volume, en parlant des Machines.

CHAPITRE DOUZIE'ME.

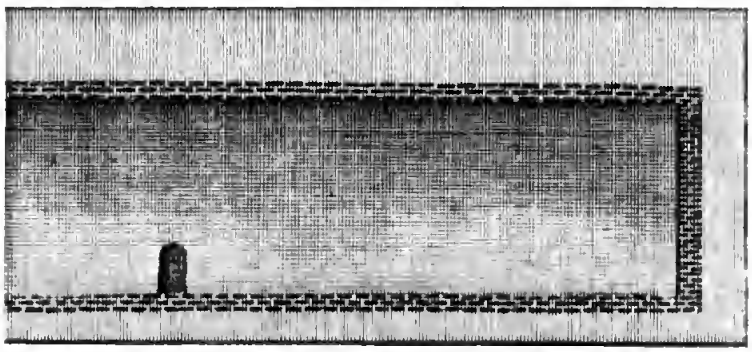
De la conſtruction des Puits & Citernes.

L'On connoît aſſez la neceſſité d'avoir dans une Ville un nombre de Puits publics, ſans qu'il ſoit beſoin que j'en faſſe voir la conſéquence, ſur-tout quand il n'y a point de Riviere qui ſerpente dans les principaux quartiers. Comme les Puits ordinaires n'ont rien de particulier, il me ſuffira de dire qu'on les approfondit juſqu'à ce qu'ils ayent 5 à 6 pieds d'eau vive, après quoi l'on place dans le fond un roüet de bois de chêne de 4 pieds de diametre dans œuvre & de 4 à 12 pouces de groſſeur, ſur lequel on poſe 5 ou 6 aſſiſes de pierre de taille maçonnées avec mortier de ciment & bien cramponées par des crampons de fer coulés en plomb. Le reſte de la hauteur du Puits juſqu'à 3 pouces au-deſſous du rez-de-Chauſſée s'éleve en maçonnerie de briques ou de moilon, enſuite on ſurmonte le rez-de-Chauſſée de 3 aſſiſes de pierre de taille, faiſant enſemble 2 pieds & demi, maçonnées en mortier de ciment & cramponées comme celle du fond, après quoi on équipe le Puits de tout ce qui eſt néceſſaire pour en tirer l'eau.

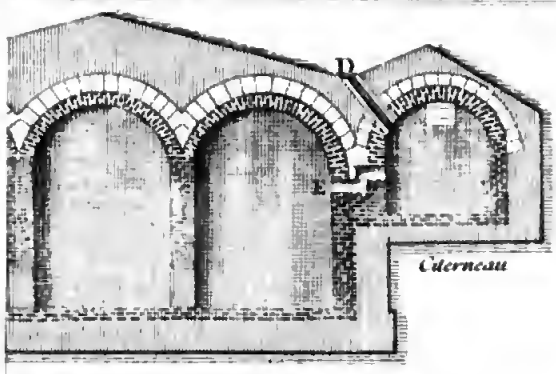
Il ſe fait un autre ſorte de Puits qu'on appelle *Puits forés*, qui ont cela de particulier, que l'eau monte d'elle-même juſqu'à une certaine hauteur, de ſorte qu'il ne ſe faut donner aucun mouvement pour l'avoir que la peine de la puiſer dans le baſſin qui la reçoit. Il ſeroit à ſouhaiter que l'on en pût faire de ſemblables en toutes ſortes d'endroits, ce qui ne paroît pas poſſible, puiſqu'il faut des circonſtances du côté du terrein qu'on ne rencontre pas toûjours; car comme ces Puits ſont occaſionnés par les eaux qui partant de quelques montagnes voiſines, ſe ſont fait un chemin ſoûterrein pour aller juſqu'à une certaine diſtance où elles ſont enſuite retenuës par des bancs de terre glaiſe ou de pierre qui les empêchent de ſe perdre, il faut que ces bancs puiſſent être percés avec les tarriers ordinaires, & que l'eau qui eſt deſſous ſoit capable de monter d'elle même dans un tuyau vertical juſqu'au rez-de-Chauſſée, ce qui eſt la principale circonſtance; or ſuppoſant que tout cela ſe rencontre, voici comme ces ſortes de Puits ſe font.

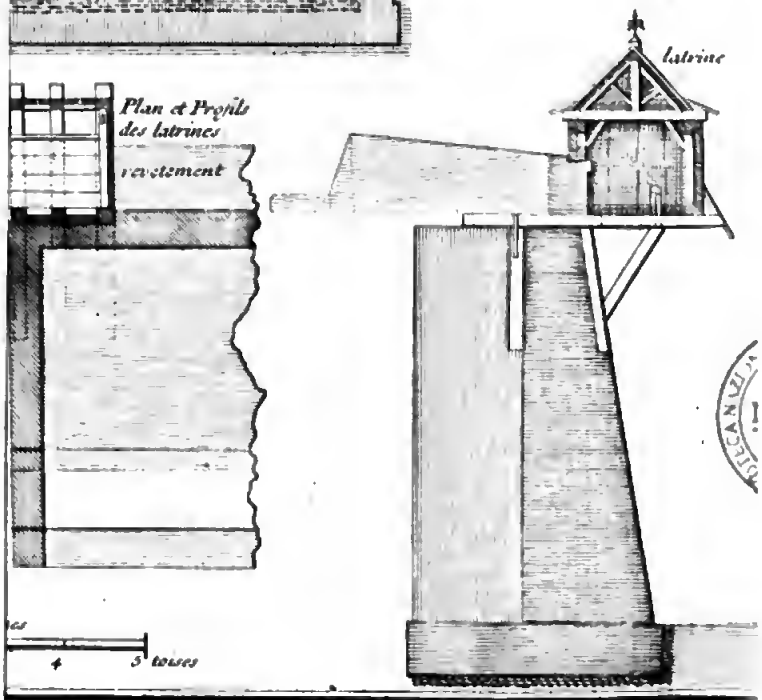
On creuſe d'abord un baſſin de grandeur arbitraire, dont le fond doit être plus bas que le niveau auquel l'eau peut monter d'elle-

·la Citerne et qui passe en travers des niches



e sur la largeur de la Citerne et du Citerneau





même afin de la recevoir ; on prend enſuite un pilot d'une longueur & d'une groſſeur convenable, on perce dans toute ſa longueur avec les tarrieres ordinaires, un trou de trois pouces de diamêtre, & on le garnit de fer par les deux bouts, dont celui qui doit entrer en terre doit être le plus aigu qu'on pourra ; on enfonce ce pilot avec le mouton autant qu'il eſt poſſible, & lorſqu'il n'y a plus moyen de le faire entrer plus avant, on employe la tarriere qui doit achever de percer le puits : or ces tarrieres ont 3 pouces de diamêtre, & environ un pied de gouje, le reſte du corps étant d'un pouce de gros plus ou moins, & de 12 pieds de longueur ; on enfonce cette tarriere dans le canal du pilot, & on perce à l'ordinaire tous les bancs qui ſe rencontrent, ayant ſoin de la vuider de tems en tems de la terre dont elle ſe remplit ; lorſque la longueur de cette premiere tarriere ne ſuffit pas pour arriver juſqu'à l'eau, on y ente une ſeconde branche, une troiſiéme, &c. tant que la profondeur le demande, & l'on continue de forer & vuider le trou ſucceſſivement, juſqu'à ce qu'enfin on ait trouvé de l'eau en abondance, ce que l'on reconnoît lorſqu'elle monte le long du pilot juſques par deſſus, alors on ſe ſert d'un tuyau de plomb pour la conduire dans le baſſin.

Quand on a une fois trouvé l'eau vive, & qu'on voit qu'elle vient en abondance, il faut bien ſe garder de percer plus avant, crainte d'ouvrir les bancs de pierre ou de terre glaiſe qui ſeroient au-deſſous de l'eau, parce qu'il pourroit arriver qu'y trouvant une iſſuë plus aiſée à parcourir que le chemin du canal elle ne ceſſe ſur le champ, ou au bout de quelque tems de monter.

On fait de ces ſortes de puits en Flandres, en Allemagne & en Italie ; j'en ai vû un au Monaſtere de Saint André, à une demi-lieuë d'Aire en Artois ; l'eau en eſt ſi abondante, qu'elle donne plus de cent tonneaux par heure, elle s'éleve à 10 ou 12 pieds au-deſſus du rez-de-Chauſſée, & retombe dans un grand baſſin, par pluſieurs fontaines qui font un fort bel effet.

Feu Mr de Caſſini raporte dans les Mémoires de l'Academie Royale des Sciences, qu'en pluſieurs endroits du territoire de Mutine & de Boulogne, on en voit de ſemblables, mais qui ſe font differemment : on creuſe juſqu'à l'eau, après quoi l'on conſtruit un double revêtement, dont on remplit l'entre-deux d'un courroi, fait d'une glaiſe bien petrie, après quoi on continuë à creuſer plus avant, & de revêtir comme en premier lieu, juſqu'à ce qu'on trouve des ſources qui viennent avec abondance ; alors on perce le fond avec une longue tarriere, & le trou étant achevé,

l'eau monte & remplit non-ſeulement le puits, mais encore ſe répand ſur toute la campagne, qu'elle arroſe continuellement : il ajoûte qu'il a fait faire au Fort Urbin une fontaine, dont l'eau s'élevoit naturellement à 15 pieds de hauteur au-deſſus du rez-de-Chauſſée, d'où elle retomboit dans un baſſin de marbre, deſtiné pour l'uſage du public, & que l'ayant ſoutenuë par des tuyaux, elle s'élevoit juſqu'au ſommet des maiſons.

Dans la baſſe Autriche qui eſt environnée des montagnes de Stirie, les habitans ſe donnent de l'eau à peu près de la même maniere; ils creuſent d'abord juſqu'à ce qu'ils trouvent la glaiſe; alors ils prennent une grande pierre épaiſſe de ſix pouces, percée dans le milieu, & percent le lit de glaiſe au-travers de ce trou, tant que l'eau monte avec impetuoſité, & rempliſſe le puits.

Il y a des ſituations où ſans avoir des montagnes dans le voiſinage, on peut encore faire des puits dans le même goût; car s'il y a des rivieres ou lacs qui ſoient plus élevés que le rez-de-Chauſſée de l'endroit où l'on eſt, il eſt évident que ſi ces eaux communiquent juſques-là, elles pourront remplir le puits & même déborder, comme cela arrive en pluſieurs endroits, lorſque les rivieres viennent à groſſir.

L'on peut ajoûter, que dans les endroits où l'eau ne pourra pas monter aſſez près du rez-de-Chauſſée, pour être reçûë dans un baſſin ; ces puits ne laiſſeroient pas d'être utiles, ſi faiſant tomber l'eau dans quelque réſervoir auſſi haut qu'elle pourra monter, on peut lui donner de-là un écoulement dans quelqu'autre lieu voiſin plus bas que le réſervoir, ce qui pourra ſe faire par un aqueduc ſouterrein, ou même par un ſyphon qui paſſe à fleur de terre, & alors on fera tomber l'eau qui ſortiroit du canal ou du ſyphon, dans un baſſin, comme on le pratique ordinairement dans tous les lieux où il y a des fontaines voiſines; ou bien ſans faire tout cela, on élevera l'eau au-deſſus du rez-de-chauſſée, par le moyen d'une pompe, pourvû que cette hauteur ne paſſe point 29 ou 30 pieds, ne pouvant la faire monter plus haut, par les raiſons que j'ai données dans le diſcours ſur les effets de l'air, qui eſt à la fin de mon Cours de Mathematique.

Dans les lieux qui ſont fort élevés, on ne rencontre gueres toutes les conditions qu'il faut pour faire des puits forés, pas même des puits ordinaires, à moins qu'ils ne ſoient d'une profondeur exceſſive comme celui de Charlemont, & encore quelquefois ne parvient-on pas à rencontrer la bonne eau, ce qui rendroit ces lieux inhabitables, ſi on n'avoit imaginé les citernes, c'eſt-à-dire,

la maniere de purifier & de conſerver dans une eſpece de cave, l'eau qui tombe du Ciel. Or comme la conſtruction de ces citernes demande beaucoup d'application pour les faire bonnes, nous allons détailler tout ce qui peut appartenir à ce ſujet; & pour ne rien dire qui n'ait été déja exécuté avec ſuccès, je prendrai pour exemple, la citerne qui a été faite en 1722 à Charlemont, par Mr de Breval, elle eſt au moins auſſi belle que celle de Dunkerque, dont on fait tant de cas; cette citerne a, comme on le peut voir par le plan, 15 toiſes de longueur, ſur 6 toiſes 4 pieds de largeur, y compris les deux murs de refends qu'on a fait pour porter les Voûtes, parce que pour ces ſortes d'ouvrage, qui doivent être à l'épreuve de la Bombe, crainte des accidens qui peuvent arriver en tems de ſiége, il vaut mieux faire trois Voûtes chacune d'une grandeur médiocre, que de n'en faire qu'une ſeule qui ſeroit trop élevée & trop foible. PLANCH 33.

Le plan fait voir auſſi, qu'on a pratiqué une porte dans le milieu de chaque mur de refend, pour la communication de l'eau, & que l'on a fait un citerneau de 9 pieds en quarré, pour que l'eau puiſſe filtrer avant d'entrer dans la citerne; c'eſt pourquoi le fond de ce citerneau eſt 8 pieds plus haut que celui de la citerne.

Pour tirer l'eau, on a conſtruit au rez-de-Chauſſée de la Place, quatre niches quarrées de 7 pieds & demi dans œuvre, dont deux ſervent à loger les pompes, & les deux autres pour recevoir l'eau, & afin qu'on en puiſſe tirer juſqu'à la derniere goûte, les tuyaux des pompes vont répondre dans un puiſart, qui eſt une eſpece de rigole qui regne ſur toute la largeur, dans l'une de ces niches on a pratiqué une porte pour deſcendre avec une échelle dans la citerne, lorſque l'on veut y faire quelque réparation: ces niches ont été voûtées à l'épreuve de la Bombe, & ſont décorées exterieurement par une façade de pierre de taille à joints refendus, & couronnées d'une corniche, elles ſont fermées par des portes de madriers, auſſi bien que l'entrée de la citerne; je crois que cette explication ſuffit, aidé des plans & profils, pour en donner une connoiſſance parfaite; ainſi je ne parlerai que de ce qu'on a obſervé en la conſtruiſant.

Après avoir déblayées les terres juſqu'à une profondeur convenable, on a fait un maſſif de maçonnerie d'environ 3 pieds d'épaiſſeur, dirigé en pente de 6 pouces vers le puiſart des pompes, & ce maſſif occupant tout le fond de la citerne, a ſervi en même tems de fondement aux piés-droits des Voûtes & aux murs de refends. Après l'avoir bien atraſé, on l'a couvert d'un rang de briques poſées

de plat en mortier de ciment, ſur ce premier rang on en a fait un ſecond, & ſur celui-ci un troiſiéme, toûjours avec du mortier de ciment & plan ſur joints : le fond du citerneau a été auſſi conſtruit de la même maniere.

La ſuperficie du fond de la citerne étant achevée, l'on a élevé les murs de refends & les piés-droits des Voûtes, auſquels l'on a donné 3 pieds d'épaiſſeur : les murs du pourtour tant de la citerne que du citerneau, ont été parementés de briques, poſées en mortier de ciment, ſur l'épaiſſeur de deux briques, & d'une & demi alternativement, & le reſte de cette épaiſſeur de moilon ; enſuite l'on a poſé les ceintres ſur leſquels l'on a établi la premiere Voûte, d'une brique d'épaiſſeur faite en mortier de ciment ; ſur cette Voûte l'on en a faite une ſeconde, & ſur celle-ci une troiſiéme de moilon plat, après quoi l'on a rempli de maçonnerie les reins de la Voûte du berceau du milieu, juſqu'à la hauteur qu'on voit déterminé par le profil, après avoir bien arraſé les pentes, on y a appliqué une chape de ciment qui couvre les trois Voûtes, & cette chape a été faite à peu près de la même façon, qu'il eſt enſeigné dans le Chapitre onziéme du troiſiéme Livre.

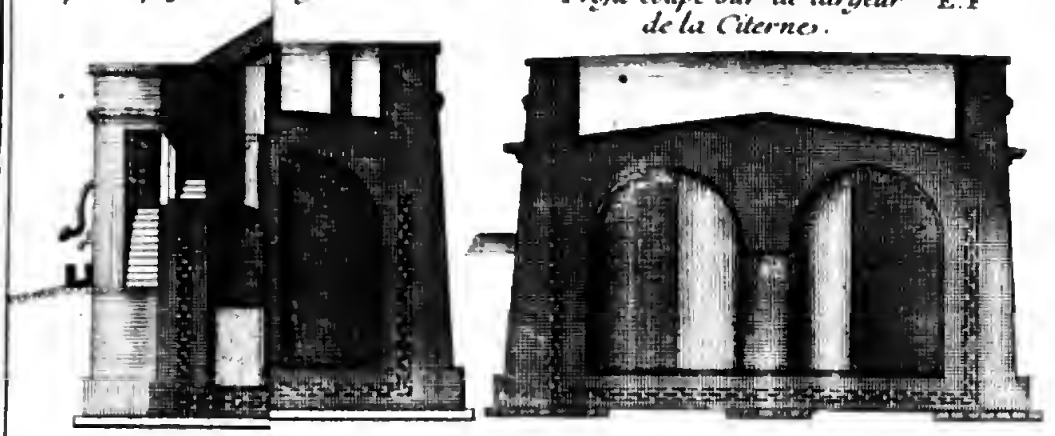
L'on a fait un enduit ſur le pavé de la citerne, & ſur l'interieur du mur du pourtour, de la même épaiſſeur qu'on fait ordinairement les chapes de ciment, & fabriqué avec les mêmes précautions, excepté ſeulement qu'au lieu de pouſſiere de tuilaux on s'eſt ſervi de terraſſe d'Hollande, comme étant beaucoup meilleure.

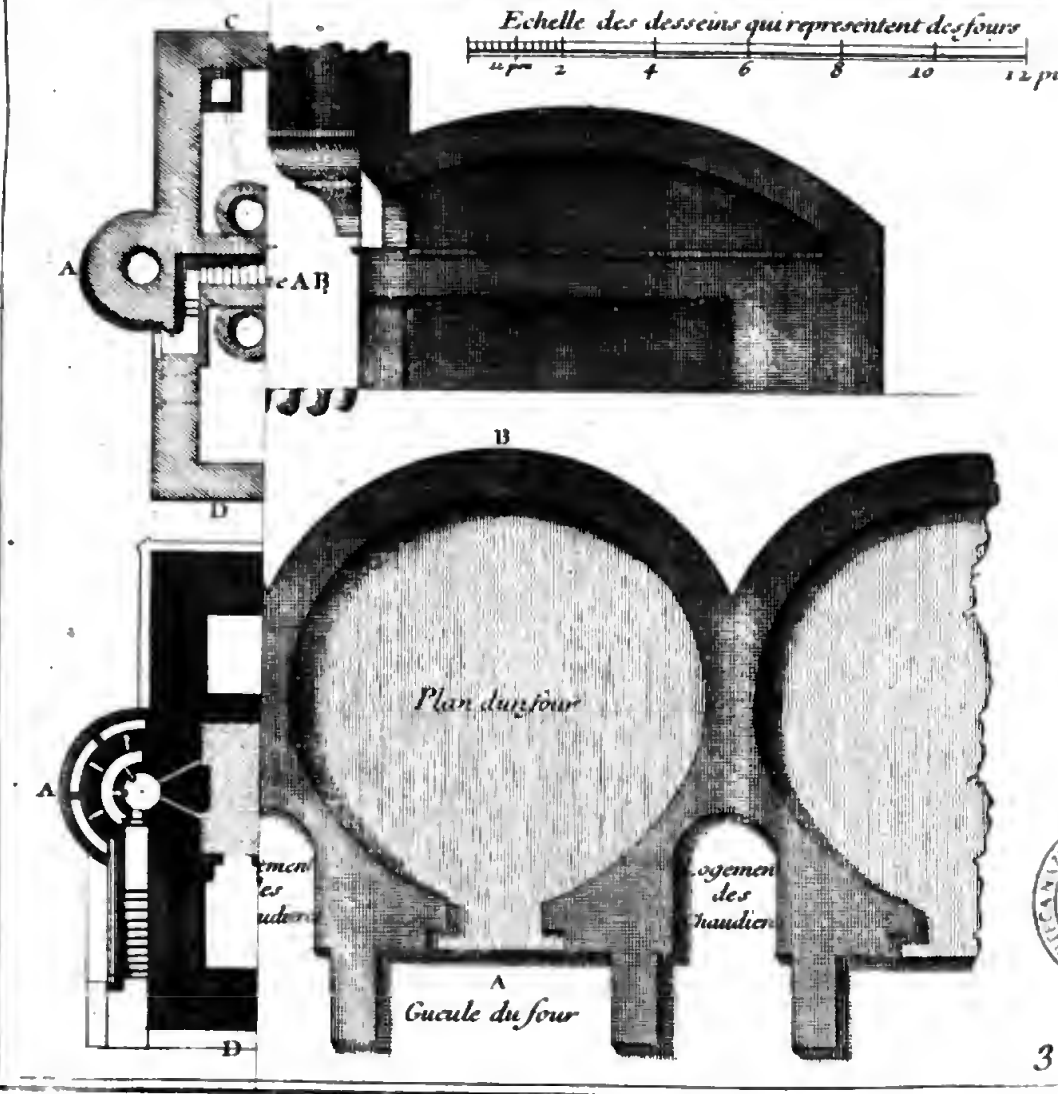
Quand on fait des citernes dans des lieux aquatiques, on envelope exterieurement toute la maçonnerie, par un bon courroi de terre glaiſe, bien pétrie & bien battuë, crainte que les eaux qui proviendroient des ſources, ou de quelqu'autre cauſe, ne l'endommagent, ou ne ſe mêlent avec celle de la citerne, ſi à la longue elles parvenoient à s'y faire une entrée ; car l'on entend bien que ces eaux ne pourroient être que de mauvaiſe qualité, puiſque ſi elles étoient bonnes, on ne ſeroit point dans la néceſſité de faire une citerne.

PLANCH. 34. J'en raporterai encore ici une fort belle qui s'eſt faite à Calais ; à peu près dans le même tems que celle de Charlemont, dont les développemens ſont ſuffiſamment détaillés ſur la trente-quatriéme Planche, que je ne m'arrêterai point à expliquer, parce qu'on en trouvera le devis dans le ſixiéme Livre, qui en facilitera parfaitement l'intelligence, & que je donne d'ailleurs pour ſervir de modele, quand on ſera dans le cas de projetter de pareils ouvrages.

La grandeur des citernes devant être reglée ſur la quantité d'eau

La 5me des Ingrs Livre
pl. 34 page 86





34

que les toits des bâtimens les plus à portée peuvent fournir ; il faut afin de ſçavoir combien on pourra en recueillir, faire des experiences ſur les lieux, pour voir ce qu'il tombe de pouces d'eau chaque année, c'eſt à-dire, de combien de hauteur d'eau les pluyes couvriroient la ſurface de la terre, ſi elles s'y conſervoient ſans s'écouler, s'imbiber, ni s'évaporer, & ſuppoſant qu'il en tombe 20 pouces, il faut meſurer l'étenduë qu'occupent les bâtimens, dont on veut ramaſſer l'eau des toits, ſans s'embaraſſer de leur figure, ni de la grandeur de leur ſurface, puiſque l'eau qu'ils recevront, ſera toûjours équivalente à celle qui ſeroit tombée ſur le terrein qu'occupe le bâtiment, ſi l'eſpace avoit été découvert comme en pleine campagne : or ſi cet eſpace ſe trouvoit par exemple de 1200 toiſes quarrées, il faudroit multiplier cette quantité par 20 pouces, & le produit donnera 332 toiſes 4 pieds cubes, pour la quantité d'eau que la citerne recevra dans le courant d'une année, ſur quoi il faut prendre garde de la faire toûjours plus grande, afin que dans le tems des plus grandes eaux, elle ne monte jamais juſqu'à la naiſſance de la Voûte.

Pour ſçavoir la maniere dont on pourra faire ces experiences, je rapporterai ce qui ſe pratique à l'Obſervatoire Royale de Paris, que j'accompagnerai de quelque exemple, dont on pourra ſe ſervir dans l'occaſion.

Pour connoître la quantité d'eau de pluye qui tombe à l'Obſervatoire, on place dans une Tour découverte, un Vaiſſeau de fer blanc de 4 pieds de ſuperficie, avec des rebords de 6 pouces de hauteur, ce Vaiſſeau eſt fait en pente vers l'un de ſes angles où il y a un bout de tuyau pour conduire l'eau dans une cruche, on a grand ſoin de meſurer exactement toute l'eau qui s'eſt amaſſée dans cette cruche, avec un vaſe de figure cubique qui a ſon côté de 3 pouces, enſorte que 32 lignes de hauteur d'eau dans ce petit vaſe, valent une demi-ligne ſur la ſuperficie du grand Vaiſſeau ; car il eſt bon de remarquer qu'on ne remplit point entierement la meſure, & qu'on ſe contente d'y mettre de l'eau juſqu'à une ligne qui eſt tracée en dedans à 4 lignes au-deſſous du bord, pour avoir les 32 lignes d'eau dont on vient de faire mention : on écrit ſur un Regiſtre toutes les meſures qu'on a ramaſſé pendant le courant de chaque mois, pour en faire une ſomme au bout de l'année, dont on prend la moitié pour avoir en lignes la quantité d'eau qui eſt tombée.

Mr de Vauban ayant envoyé à l'Academie Royale des Sciences, un Mémoire de la quantité d'eau de pluye qui eſt tombée dans la

Citadelle de Lille pendant 10 années depuis 1685. juſqu'à 1694. Mr de la Hire a comparé les ſix dernieres années de l'obſervation de Lille, avec les mêmes années qu'il a obſervées très-exactement à Paris, & en voici le paralelle.

ANNE'ES,	A LILLE.		A PARIS.	
	pouces	lignes	pouces	lignes.
1689.	18	9	18	11 $\frac{1}{2}$
1690.	24	8 $\frac{1}{2}$	23	3 $\frac{1}{2}$
1691.	15	2	14	5 $\frac{1}{4}$
1692.	25	4 $\frac{1}{2}$	22	7 $\frac{1}{2}$
1693.	30	3 $\frac{1}{2}$	22	8
1694.	19	3	19	9
6 Années.	133	6 $\frac{1}{2}$	121	9

Par la comparaiſon de ces 6 années, on voit en géneral qu'il pleut un peu plus à Lille qu'à Paris, & que la moyenne année à Lille donne 22 pouces 3 lignes, & à Paris 20 pouces 3 lignes. Cependant on n'en compte ordinairement que 19.

CHAPITRE TREIZIE'ME.

Où l'on donne les régles générales que l'on doit obſerver dans la Conſtruction des Bâtimens.

APRE'S avoir expliqué dans les Chapitres précédens, les proprietés & la diſtribution des principaux Edifices Militaires, il me reſte à faire le détail de beaucoup de choſes qui appartiennent à leur conſtruction & à celles des Bâtimens pour les Particuliers dont je ne traiterai qu'en géneral, parce qu'ils ne ſont partie de mon ouvrage qu'autant qu'un Ingenieur, ſans vouloir être Architecte du premier ordre, ne peut ignorer les proportions qu'il faut donner aux parties d'un Bâtiment pour être commode & gratieux. Ce ſont ces choſes, dis-je, qu'il faut ſçavoir, parce qu'elles ſe rencontrent ſouvent dans les Edifices Militaires, qui quoique très-ſimples par eux-mêmes, ont pourtant beſoin d'être dirigés ſelon certaines régles, deſquelles on ne peut s'écarter ſans tomber dans quelque défaut. Quant aux détails que j'ai deſſein d'inſinuer, ils ſont de la derniere conſéquence

conſéquece, puiſque ce n'eſt que par eux qu'on peut dreſſer les Devis qui doivent préceder la conſtruction des Bâtimens.

Ces détails ſont une intelligence parfaite de la charpente, de la Menuiſerie, de la Serrurerie, des Couvertures de Thuile & d'Ardoiſe, de la Vitrerie, de la Peinture, du Carelage, du Pavé, en un mot tout ce qui peut tomber ſous la direction d'un Ingenieur, & pour peu qu'on en faſſe enſuite l'application aux ouvrages dont il eſt parlé dans ceux qui les précedent, je crois qu'en peu de tems un jeune Ingenieur ſe rendra capable de ſe bien acquitter des differens Travaux dont les Chefs jugeront à propos de le charger; car je ſuppoſe qu'il s'eſt mis au fait du premier, du ſecond & du troiſiéme Livre, où il a dû apprendre ce qui appartient aux gros ouvrages, & qu'il n'eſt plus queſtion que de s'inſtruire des autres plus légers.

Quand on conſtruit un Edifice, il faut donner aux murs des épaiſſeurs convenables à la hauteur & à la charge qu'ils doivent porter, faiſant attention que cette épaiſſeur dépend auſſi de la qualité des pierres dont ils ſeront compoſés; ces murs doivent avoir une retraite d'un demi-pied au-deſſus des fondemens, 3 pouces d'un côté & 3 pouces de l'autre, & chaque étage ſera auſſi recoupé d'environ 3 pouces en dehors & 3 pouces en dedans, parce qu'ainſi la charge du mur portera à plomb ſans qu'on ſoit obligé de lui donner de ralud, l'on fait une plinthe en dehors à chaque étage pour ne pas rendre ce recoupement ſenſible.

Pour rendre l'ouvrage plus ſolide, les encoignures doivent être de pierre de taille autant qu'il eſt poſſible, prenant garde d'en éloigner le plus qu'on pourra les fenêtres & les portes, crainte de les trop affoiblir; quant aux murs de refends, on leur donnera la moitié de l'épaiſſeur de ceux des faces.

L'on obſervera de ne jamais aſſeoir les poutres ſur des vuides, comme ſur des fenêtres ou portes, & qu'elles ne paſſent pas dans les cheminées; le vuide doit être aſſis ſur le vuide, comme le plein ſur le plein.

Pour la commodité d'un bâtiment, il faut que les appartemens ſoient voiſins les uns des autres, bien arrangés; que les principaux, comme les ſalles & les chambres, ſoient accompagnées d'une garde-robe & d'un cabinet, le tout de plain pied; ces appartemens doivent être proportionnés au ſervice auquel ils ſont deſtinés, & quand on eſt libre de ſuivre des juſtes proportions, on ſe reglera ſur celles-ci.

Les ſalles auront depuis 22 juſqu'à 24 pieds de largeur; & depuis 34 juſqu'à 36 de longueur, aux grands bâtimens; la longueur des

ſalles doit être double de leur largeur, les chambres ſeront quarrées, comme étant la figure qui leur convient le mieux, & on pourra leur donner depuis 22 juſqu'à 24 pieds ; quant à la grandeur des cabinets & des garde-robes, elle dépend des perſonnes à qui ces ſortes d'endroits conviennent plus ou moins.

Les appartemens au rez-de-chauſſée, pourront avoir depuis 13 juſqu'à 14 pieds de hauteur, celle du premier étage ſera depuis 12 juſqu'à 13, & celle du ſecond, depuis 11 juſqu'à 12, ainſi en diminuant d'un pied ou d'un pied & demi, pour les étages plus élevés.

Les proportions qui conviennent le mieux aux grandes & petites portes, eſt de leur donner pour hauteur, le double de leur largeur; les portes par où doivent paſſer les voitures, auront depuis 8 juſqu'à 9 pieds de large ; celles des appartemens ordinaires en auront 3, ou au moins 2 & demi, & celles des grands appartemens & des veſtibules, pourront avoir depuis 4 juſqu'à 5 pieds

Dans la face d'un Bâtiment, il faut toujours obſerver que la porte ſoit dans le milieu, autant que cela ſe peut faire ; les portes des appartemens doivent être de ſuite, & oppoſées à une fenêtre lorſque le bâtiment retourne d'équerre ; & dans les étages qui ſont les uns ſur les autres, l'on aura ſoin que les portes ſe répondent à plomb, afin que le vuide repoſe ſur le vuide.

Les grandes fenêtres doivent être proportionnées au lieu qu'elles éclairent ; car ſi elles ſont trop éloignées & trop petites, elles rendent le lieu obſcur ; ſi elles ſont trop grandes & trop proche les unes des autres, elles affoibliſſent le mur dans lequel elles ſont percées, la meilleure regle eſt de les eſpacer tant plein que vuide, c'eſt-à-dire, que la largeur du trumeau ſoit égale à celle de la croiſée, obſervant que vers les encoignures (pour ne point affoiblir le mur), il y ait de diſtance, de l'angle du bâtiment au tableau de la croiſée, un tiers ou un quart plus que la largeur de la croiſée même.

Les proportions des grandes fenêtres, ou autrement des croiſées, dépendent de leurs ſituations, ſi elles ſont au rez-de-chauſſée, au premier, au ſecond ou troiſiéme étage, & de la hauteur de l'étage qui eſt different, ſelon la grandeur des édifices.

Toutes les fenêtres des bâtimens particuliers, & des autres deſtinés aux uſages ordinaires, doivent avoir depuis 4 juſqu'à 5 pieds de largeur.

Pour regler généralement leur hauteur, il ſuffira de dire qu'après avoir pris dans la hauteur de l'étage 3 pieds au plus, qu'il faut

donner au mur d'appui ; l'on pourra donner le reſte de la hauteur ſous ſolives aux croiſées ; par exemple, ſi l'étage a 13 pieds de hauteur ſous ſolives, en ayant pris 3 pour l'appui, il reſtera 10 pour la hauteur des croiſées ; ainſi à proportion des autres étages qui ſont moins élevés.

On fera en ſorte que toutes les fenêtres répondent à plomb, les unes ſur les autres ; s'il y avoit des endroits au ſecond étage, ou au troiſiéme, où l'on n'auroit pû en faire à cauſe de la diſtribution du dedans, qui répondiſſent à celles des étages au-deſſous, il faudroit en feindre, afin que la façade du bâtiment ſoit reguliere.

Pour les lucarnes des étages en galetas, elles doivent avoir un cinquiéme moins de largeur, que les croiſées de deſſous, & leur hauteur doit être environ une fois & demie leur largeur.

La grandeur des cheminées, doit être proportionnée à celle des places où elles ſont ſituées ; les grandes pour les ſalles & ſallons, auront 6 à 7 pieds d'ouverture entre leurs jambages, & 4 à 5, depuis le deſſous de leur plattebande, & environ 2 pieds de profondeur d'atre : les moyennes pour les chambres, ſeront environ de 4 pieds de largeur, ſur trois de hauteur, de 18 à 20 pouces de profondeur ; les petites pour les cabinets, peuvent avoir depuis 2 pieds juſqu'à 4 de largeur, & le reſte à proportion.

Dans les grands bâtimens, où les murs ont une épaiſſeur conſiderable, on peut y faire paſſer les tuyaux des cheminées ; mais quand cette épaiſſeur eſt médiocre, il ne convient pas d'y rien anticiper, parce qu'on affoibliroit trop les murs de refends ou les pignons. Autrefois les cheminées étoient adoſſées les unes devant les autres ; mais comme elles chargeoient les planchers, & failloient trop dans les chambres, on a corrigé ce défaut en les rangeant le long du mur, & en dévoyant les tuyaux ; & comme ce dévoyement eſt déſagréable à voir, on pratique des armoires dans les vuides, ce qui rend la chambre reguliere. PLANCH. 35.

Les tuyaux peuvent avoir 3 ou 4 pieds de longueur, ſur 10, 12 à 15 pouces de largeur, & leur épaiſſeur doit être de languette de pierres ou de briques de 4 pouces : quant à la ſituation des cheminées, je crois qu'il n'eſt pas beſoin de dire, qu'il ne faut jamais les adoſſer contre les murs de face, entre les fenêtres, pour des raiſons qui ſe font aſſez ſentir ; ainſi leur véritable place eſt dans le milieu des murs de refends, de ſorte qu'elles ſe préſentent en entrant, ſans pourtant ſe trouver vis-à-vis la porte qui doit, comme on l'a déja dit, être de côté, pour être d'enfilade avec les autres.

Il faut que les ſouches des cheminées, ne cauſent aucune diffor-

mité au dehors d'un bâtiment, & celles qui ſont ſur le courant du comble & iſolées, doivent être les plus égales en groſſeur, avec le plus de ſimetrie qu'il eſt poſſible, toutes de pareille hauteur, obſervant qu'elles ſurmontent le faîte de 3 pieds, leur fermeture doit être d'environ 4 à 6 pouces de jour, pour l'échapé de la fumée, ſur la longueur proportionnée à celle du tuyau, avec un petit adouciſſement au-deſſus.

Les eſcaliers faiſant une des principales parties des bâtimens, il y auroit beaucoup de choſe à dire ſur le choix de leur place, leur grandeur & leur figure, ſur-tout dans un tems, où il ſemble qu'on ne peut rien ajoûter à ce que l'on a fait de merveilleux dans ce goût-là; eſt-il rien de plus beau que de voir des eſcaliers qui ſe ſoutiennent d'eux-mêmes en l'air, par l'admirable invention que l'on a trouvée de les évuider dans le milieu? J'avouë que j'aurois eû un extrême plaiſir à traiter ce ſujet, pour examiner avec autant de préciſion qu'on le peut le mécaniſme qui doit regner dans la coupe des pierres, pour y trouver les limons & les appuis en tourbe rampante, afin que tout puiſſe s'aſſembler & ſe ſoutenir, ſans y employer d'autre mariere que la pierre même; mais comme cela m'auroit mené trop loin, je me contenterai de raporter quelques regles générales, qu'on doit obſerver dans la conſtruction des eſcaliers ordinaires, d'autant que ceux qui ſe pratiquent pour la commodité des Edifices Militaires, n'ont rien de commun avec la magnificence de ceux qui peuvent avoir lieu dans les grands Edifices.

Pour ne rien interrompre dans la ſuite des appartemens, du dedans du corps de logis, on faiſoit autrefois des eſcaliers au milieu de la face en dehors, dans des tours ſépatées; mais comme ces tours défiguroient la ſimetrie exterieure, on a jugé plus à propos par la ſuite, de les placer en dedans, au milieu du corps de logis, pour donner la communication à deux appartemens ſéparés à droit & à gauche; là ils étoient bien en vûë & bien éclairés, ne gâtoient rien à la décoration; & lorſqu'il s'agiſſoit d'un bâtiment ſimple & de peu de profondeur, il ſuffiſoit d'avancer de part & d'autre, un avant-corps de la largeur de l'eſcalier, ſur chacune des faces, pour trouver aſſez de longueur aux rampes, que l'on faiſoit ordinairement doubles, afin que pratiquant un paſſage ſous le premier palier à l'endroit de la ſeconde rampe, l'on pût communiquer de la cour au jardin, cette avance que l'on faiſoit dans le milieu du corps de logis pour placer l'eſcalier, donnoit tant de grace au bâtiment, & rendoit l'eſcalier ſi commode, que je ne crois pas que l'on puiſſe mieux faire, que de ſuivre cet uſage; quoique

dans ces derniers tems on se soit plutôt attaché à les placer dans les coins, à l'imitation de ce qui se pratique en Italie, où l'on affecte de faire passer ceux qui vont à l'escalier, par plusieurs membres engagés l'un dans l'autre; cependant comme un escalier placé dans le milieu, occupe la plus belle place du bâtiment, dont on peut se servir plus avantageusement pour un sallon, il vaut mieux, quand on le peut, le mettre de côté.

Quant à la figure que l'on peut donner aux escaliers, ceux qui sont dans des cages quarrées, ou quarrés longs, conviennent mieux aux bâtimens considerables, que les autres qui seroient disposés en rond, en ovale ou à pans, à moins qu'on n'y soit contraint par quelque raison indispensable.

La grandeur des escaliers doit être proportionnée à celle des édifices, à l'usage desquels ils sont destinés, & par conséquent doit dépendre de cette partie d'Architecture, qui fait distribuer l'espace que les appartemens doivent occuper, enforte que chaque membre soit proportionné à tout le reste: la seule chose qui peut être commune aux grands & aux petits escaliers, est la hauteur des marches par raport à leur grandeur, celle des balustres & des appuis, parce que ce sont des choses qui servent à des usages, qui se font de même par tout.

La moindre largeur qu'on puisse donner à la rampe d'un escalier principal, est de 4 pieds, pour que deux personnes puissent monter & descendre de front sans s'incommoder: la hauteur des appuis & des balustres doit être au plus de 3 pieds, & au moins de deux pieds & demi, quant à la hauteur des marches par raport à leur largeur; voici une regle que Mr Blondel donne dans son cours d'Architecture, que j'ai crû à propos de raporter ici.

La longueur du pas aisé d'un homme qui marche de niveau, est de 2 pieds; c'est-à-dire de 24 pouces, & la hauteur de celui qui monte à une échelle dressée à plomb, n'est que d'un pied ou de 12 pouces, d'où il paroît que la longueur naturelle du même pas à plomb est la moitié de la hauteur naturelle du pas étendu de niveau; ainsi pour les joindre l'une avec l'autre, comme il se fait dans toutes les rampes, il faut que chaque partie en hauteur soit par compensation prise pour deux parties de niveau, & que l'une & l'autre pour composer un pas naturel, fassent ensemble la longueur de 2 pieds ou de 24 pouces; pour cet effet si dans une rampe vous ne donnez qu'un pouce de hauteur à la marche, il faudra lui donner 22 pouces de largeur, parce que 22 pouces de niveau avec le pouce de hauteur, qui vaut deux pouces de niveau, font ensemble la lon-

gueur du pas naturel de 24 pouces, ſi la marche a 2 pouces de hauteur qui valent autant que 4 pouces de niveau, elle n'aura que 20 pouces de large, qui font enſemble 24 pouces; à 3 pouces de hauteur qui en valent 6 de niveau, il n'en faudra que 18 de large: à 4 pouces de hauteur, qui valent 8 pouces de niveau, il faut 16 pouces de large: à 5 pouces de hauteur, 14 pouces de giron: à 6 pouces de haut, 12 pouces de large: à 7 de haut, 10 de large, à 8 de haut, 8 de large: à 9 de haut, 6 de large, & ainſi du reſte; ce qui ſe trouve faire un parfaitement bon effet, comme l'experience le montre.

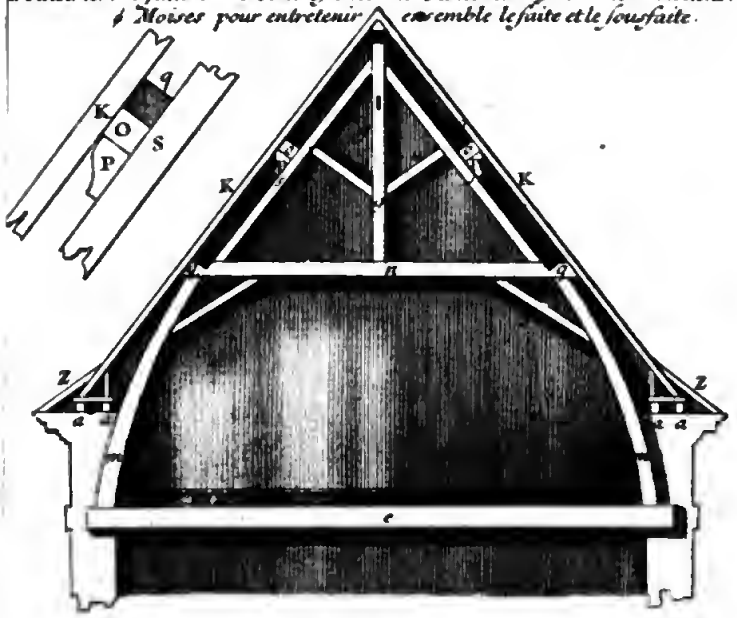
Pour rendre un Eſcalier commode, il faut prendre garde de ne point faire de marches trop élevées, pour cela il ne faut jamais leur donner plus de 6 pouces de hauteur, & moins encore ſi on le peut, & régler la largeur du giron ſelon la regle précedente: quand on ne peut pas leur donner autant de largeur qu'on le déſire, il faut les faire ſaillir d'un pouce, & tailler cette partie en quart de rond.

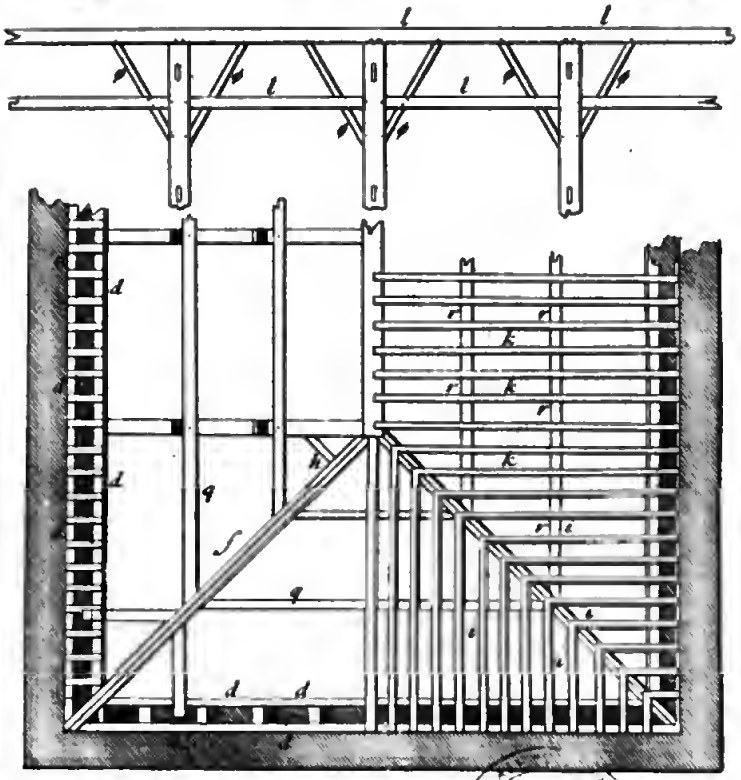
Il y a des Architectes qui veulent qu'on faſſe les marches un peu inclinées ſur le devant pour les rendre plus faciles & plus commodes, quand on eſt tellement contraint par l'eſpace qu'on ne peut leur donner une largeur convenable; mais quand cela arrive, il vaut beaucoup mieux faire cette pente du ſens oppoſé; c'eſt-à-dire qu'en montant, la pointe du pié ſoit un peu plus baſſe que le talon, cette pente aydant tellement à monter, qu'il ſemble que l'on marche de niveau: on a voulu auſſi faire le giron des marches un peu creux dans le milieu pour rendre la montée plus douce; mais cette pratique eſt très-dangereuſe, l'experience faiſant voir que ces ſortes d'Eſcaliers ſont difficiles à deſcendre, le pied n'y étant jamais aſſuré.

La principale choſe que l'on doit obſerver en conſtruiſant un Eſcalier, eſt de faire enſorte qu'il ſoit bien éclairé, & comme on ne peut tirer du jour que des ouvertures qui ſont aſſujetties au reſte du bâtiment, il faut bien prendre garde au choix du lieu & à la diſpoſition des rampes, pour qu'il n'y ait aucun endroit qui ne ſoit bien éclairé, ſoit par des fenêtres qui répondent au milieu de chaque rampe, ſur les paliers ou par les flancs; il faut éviter ſur-tout que les fenêtres ſoient coupées par les rampes, comme cela ſe fait aſſez communément, rien n'étant plus diſgracieux à la vûë. Mais ce qu'on vient de dire doit ſuffire pour ce ſujet; paſſons à ce qui regarde les combles.

Les Architectes ſont aſſez partagés ſur la hauteur qu'il faut donner aux combles: les uns veulent qu'ils faſſent un triangle équilateral, les autres un triangle rectangle & iſoſcelle, d'autres enfin prennent un milieu entre ces deux-ci, & leur donnent pour hauteur les

Plates formes. b entretoises c. Blochets. d Pas de Chevron e Tirans f Arbaletiers
Poinçons. h Goussets. i Empanons k Chevrons l Faites. m Jambes de force
Entrait o. Tasseau p Chanlatte q. pannes de brises. r Cours de pannes
Arbaletriers. t fillieres. u Contrefiches x Jambettes y Esseliers ou liens. z Coyau
& Moises pour entretenir ensemble le faite et le sous faite.





NAPOLI

trois quarts de la largeur du bâtiment ; cette proportion eſt fort bonne, ne rendant point les toits trop plats ni trop élevés, je l'aimerois mieux qu'aucune autre ; il faut avoüer qu'autrefois on les faiſoit d'une hauteur exceſſive, comme on le voit encore aujourd'hui à quantité de bâtimens, dont les combles ſont plus élevés que les murs de face, défaut qui choque le bon ſens, & qui n'eſt point pardonnable ; car à quoi bon employer une forêt de bois pour charger inutilement des murs qui ſemblent plier ſous le poids dont ils ſont accablés ? Il eſt vrai qu'on avoit alors deſſein de donner plus d'écoulement à la neige & aux eaux pluviales ; mais quand les toits ont une pente d'environ 50 dégrés, l'experience montre que les étages les plus élevés, comme les Greniers, n'en ſont pas moins ſecs.

Les combles à la *Manſarde*, que l'on nomme auſſi *combles briſés*, ont fort bonne grace, & c'eſt ce que l'on a imaginé de mieux pour la couverture des maiſons qui n'ont guéres d'élevation, & qui ſont iſolées, comme la plûpart de celles que l'on fait à la campagne ; un avantage encore de ces ſortes de combles, eſt de rendre l'étage en galetas fort habitable, preſque quarré, & les jouës des Lucarnes fort petites.

Bullet pour faire le comble à la Manſarde, décrit un demi-cercle dont le diamêtre eſt ſuppoſé égal à la largeur du bâtiment, il diviſe enſuite ce demi-cercle en quatre parties égales, pour tracer la moitié d'un octogone, dont deux des côtés repréſentent le vrai comble, & les deux autres ce qu'on appelle faux comble.

Mr Daviller dans ſon cours d'Architecture, n'approuve point cette conſtruction, parce qu'en effet elle rend le toit trop plat, il en propoſe une autre en termes aſſez obſcurs, qui me paroît auſſi ſujette à pluſieurs inconveniens ; ainſi n'ayant rien vû dans les Auteurs de ſatisfaiſant ſur ce ſujet, j'ai pris le parti de chercher moi-même ſi je ne trouverois pas une méthode de tracer le comble à la Manſarde qui fut plus reguliere que celles qui ſont venuës à ma connoiſſance ; la voici.

Il faut décrire un demi-cercle *ADB*, dont le diamêtre ſera égal à la largeur du bâtiment hors d'œuvre, tracer dans ce demi cercle la moitié d'un décagone regulier *ACFGEB*, ce qui ſe fait en diviſant le rayon en moyenne & extrême raiſon pour avoir la médiane qui ſera le côté du décagone ; enſuite tirer deux lignes *CA* & *EB*, qui exprimeront les côtés du faux comble : ſi l'on diviſe l'arc *CDE*, en deux également au point *D* : qu'on tire les cordes *DC* & *DE*, elles acheveront la figure *ACDEB* de la manſarde, qui aura fore

PLANCH. 35.

bonne grace, n'étant ni trop élevée, ni trop écrasée.

Après avoir donné les régles générales qu'on doit suivre dans la construction des bâtimens, il sera aisé d'en faire l'application à ceux que l'on construit pour l'état Major; dans les Citadelles, Forts, &c. C'est pourquoi je passerai legerement sur cet article, & dirai seulement un mot de la distribution qui peut convenir pour ces sortes de logemens.

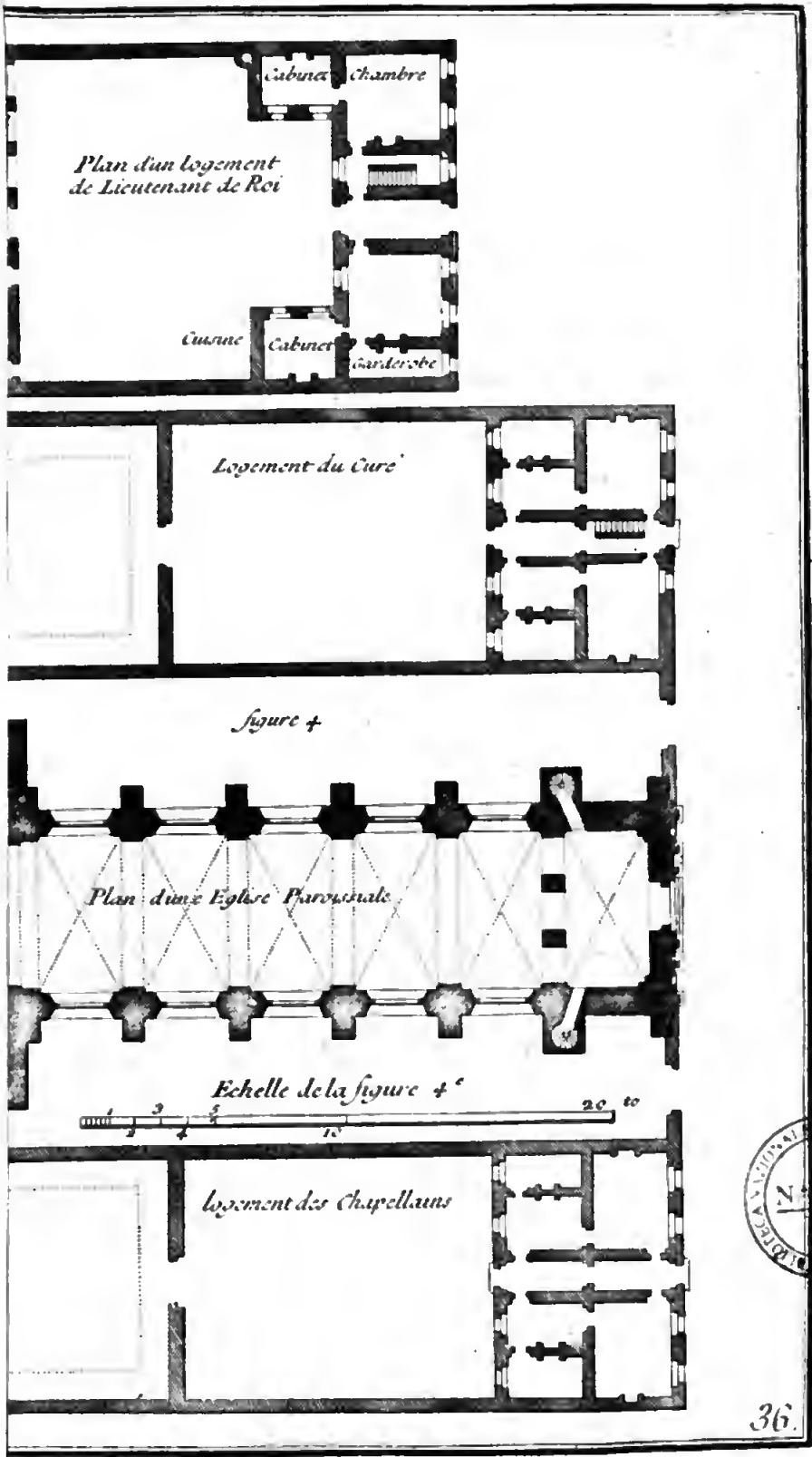
Il faut que le logement d'un Gouverneur soit composé de trois parties principales, sçavoir du corps de logis avec sa cour, de la basse-cour & du jardin; son appartement doit être au premier étage, & consistera en une antichambre, une chambre, un cabinet & une garde-robe; & supposant que l'escalier soit dans le milieu du corps de logis, l'on doit regler de l'autre côté un second appartement semblable à celui-ci pour des gens de considerations que le Gouverneur seroit obligé de recevoir; le second étage sera distribué pour les principaux domestiques, & le troisiéme pour les laquais & les fournitures de la maison; dans le rez-de-chaussée on y ménagera une salle à manger, une cuisine, un garde-manger, une office, une chambre & un cabinet pour les Officiers de la Garnison quand le Gouverneur veut déliberer avec eux de quelque chose qui regarde le service.

Dans la basse-cour, on doit y mettre les hangards pour le bois de la maison, & les écuries; les greniers au-dessus de ces bâtimens serviront pour les fourages: à l'égard de la disposition du jardin, je n'en parlerai point, puisqu'elle dépend du lieu, je raporterai seulement le plan de la maison que je viens de décrire que l'on trouvera sur la Planche 36, aussi-bien que ceux des logemens du Lieutenant de Roy & du Major.

PLANCH. 36.

Dans les Villes fortifiées qui sont habitées depuis long-tems, il y a ordinairement assez d'Eglises pour faire le service divin; mais s'il s'agissoit d'une Place neuve, il faudroit au moins une Paroisse, dont la grandeur fût proportionnée au nombre des habitans, par exemple dans les Villes à six Bastions Royaux, l'Eglise doit avoir 35 toises de longueur dans œuvre sur 6 toises de largeur, avec deux Chapelles de 20 pieds de large sur 24 de longueur; à droite & à gauche de l'Eglise, il faudra faire des logemens pour le Curé & pour le Chapelain, dont la distribution, aussi-bien que celle de l'Eglise, doit être à peu près comme on le voit marqué sur la même Planche.

CHAPITRE



BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
N 1101

CHAPITRE QUATORZIE'ME.

Qui comprend pluſieurs détails néceſſaires à l'execution des Bâtimens.

APRE'S avoir donné dans le Chapitre précédent les régles generales qu'on doit obſerver dans la conſtruction des Bâtimens, il me reſte à parler dans celui-ci de tout ce qui apartient à leur execution, car ne conſiderer les choſes qu'en gros, c'eſt n'en donner qu'une connoiſſance ſuperficielle; il faut entrer dans les détails, & il n'y en a pas qui ne ſoient d'une utilité indiſpenſable, comme on le va voir.

Détail de la Charpente, des Combles, des Planchers, de la Menuiſerie, des Portes & Fenêtres.

Les combles ſe font toûjours par travées, & l'on apelle *travée*, la diſtance d'une ferme à l'autre, qui eſt ordinairement de 10 ou 12 pieds, chaque ferme eſt poſée ſur une poutre dont la groſſeur dépend de ſa longueur, par conſequent de la largeur du Bâtiment & comme les dimenſions de toutes les autres pieces doivent être auſſi proportionées à cette largeur, afin qu'elles ne ſoient ni trop fortes ni trop foibles par raport à la portée qu'elles auront, nous ſupoſerons qu'il eſt queſtion d'un bâtiment de 30 pieds de largeur qui eſt un milieu entre 24 & 36 pieds, qu'on peut regarder comme la moindre & la plus grande largeur des bâtimens ordinaires.

Les piéces qui compoſent une ferme ſont *les jambes de force* qui ont 8 à 9 pouces de gros, *l'entrait* qui ſert à ſoûtenir les *arbaleſtriers* & à aſſembler les jambes de force, en a 8 à 9 poſé de cant; les *aiſſeheres* qui ſervent à lier les jambes de force avec l'entrait, en ont 7 à 8, le poinçon 8 en quarré; les *contreſiches* qui ſervent à ſoûtenir les arbaleſtriers 6 à 7, & les arbaleſtriers 8 à 9.

Les autres piéces d'un comble, ſont le *faîte*, le *ſoû-faite*, les *pannes* & les *chevrons*. L'un à l'autre faîte a 6 à 8 pouces en quarré, & les chevrons ordinairement 4 auſſi en quarré, poſé de quarte à la latte; c'eſt-à-dire environ à un pied de diſtance. Quand on met des *plattes-formes* ſur l'entablement pour recevoir le pied des chevrons, elles doivent avoir 4 à 8 pouces & lorſque l'entablement a beaucoup de ſaillie, l'on employe des *coyaux* pour l'égoût du com-

ble afin de conduire les eaux de pluye à quelques pieds au-delà du mur de face, ces coyaux ne ſont autre choſe que des bouts de chevrons, dont l'une des extrêmitez eſt coupée en *bezeau* pour être apliquée ſur les chevrons mêmes, les pannes repoſent ſur des taſſaux, & ces taſſaux ſur l'échantignolle, l'un & l'autre arrêté ſur les arbaleſtriers avec des chevilles de bois.

Pour les planchers, je crois qu'il n'eſt pas neceſſaire d'inſinuer combien il eſt de conſéquence que les poutres & les ſolives ſoient de bon bois coupées depuis pluſieurs années, puiſqu'on n'ignore point le danger qu'il y auroit à les employer de mauvaiſe qualité. A l'égard des dimenſions des poutres, j'en ai aſſez dit dans le ſecond & le troiſiéme Chapitre de ce Livre, pour qu'on ſoit en état de juger de la groſſeur qu'il conviendra leur donner.

Les principales pieces de Charpente d'un eſcalier, ſont les *patins* ſur leſquels elles ſont poſées, les *limons* par leſquels on les aſſemble, les *poteaux* qui ſervent à porter les limons, les *planchers* des paliers, les *apuis* les *baluſtres* & les *marches*.

Les patins ont 8 à 9 pouces de gros, les poteaux 4 à 6, la groſſeur des limons doit ſe regler par raport à leur longueur qui dépend de la grandeur de l'eſcalier; mais communément on leur donne 6 à 8 pouces, poſés de cant, les baluſtres ont 3 ou 4 pouces de groſſeur, & les apuis qui ſont poſés deſſus 4 à 6, les marches ont 5 à 7 pouces poſées ſur le cant, pour les grands eſcaliers, & pour les petits, on ne leur en donne que 4 à 6; à l'égard des pieces qui portent les paliers, il faut qu'elles ſoient de bon bois, parce qu'elles ſoûtiennent les rampes dont elles facilitent la communication, c'eſt pourquoi on ne peut guéres leur donner moins de 6 à 8 pouces de groſſeur, & même quand elles ont une certaine longueur.

Les principaux ouvrages de Menuiſerie qui ont lieu dans les bâtimens militaires, ſont les portes & les croiſées. On donne ordinairement aux petites portes d'un apartement, un pouce d'épaiſſeur, collé & emboëté par en haut & par en bas. Les portes ordinaires ont environ 15 lignes dépaiſſeur, & quand on veut les faire d'aſſemblage on leur en donne juſqu'à 18, parce qu'alors on fait une moulure en forme de cadre des deux côtés, les *panneaux* ont un pouce d'épaiſſeur, les *chambranles* ont 5 à 6 pouces de largeur, ſur 2 pouces d'épaiſſeur ornés de moulures, & l'on fait des embraſemens aſſemblés à panneaux.

Pour les portes cocheres, on donne à leur *battant* 8 à 9 pouces de largeur ſur 4 d'épaiſſeur, les *baſtis* qui ſont en dedans ont 3 pouces, les *cadres* 4, & les panneaux un pouce & demi.

Les croiſées ſont ordinairement à panneaux ou à carreaux:on ne ſe ſert plus guéres aujourd'hui de celles à panneaux, les autres étant beaucoup plus belles & d'un meilleur uſage ; aux croiſées ordinaires de 4 pieds de largeur on donne un pouce & demi ſur 2 & demi aux *chaſſis dormans*,quand on y fait entrer les chaſſis à verre, on leur donne 8 pouces ; aux *maneaux* 3 pouces en quarré, un pouce & demi ſur deux pouces & demi aux *batans* des chaſſis à verre, & aux *petits bois* ou croiſillons, on leur donne environ un pouce en quarré. Aux grandes croiſées, les chaſſis dormans doivent avoir trois pouces ſur quatre, les maneaux de même, les battans des chaſſis à verre deux pouces d'épaiſſeur ſur trois ou 4 pouces de large, & les croiſillons un pouce & demi.

Pour empêcher que la pluye qui tombe vers les apuis n'entre dans les aparremens, il faut faire la traverſe d'en bas du chaſſis à verre aſſez épaiſſe pour y faire des renverſeaux, & pour cela on fait cette piece par deſſus en quart de rond, & le deſſous en mouchette pendante pour jetter l'eau à une certaine diſtance.

La traverſe du *maneau*, ſe place plus haut que la moitié de la haureur de la croiſée d'environ un ſixiéme de cette même hauteur afin que la vûë ne ſoit point barrée par cette traverſe, & que la croiſée en ait plus de grace ; à l'égard de la hauteur des carreaux, il faut leur donner environ un ſixiéme de plus que leur largeur.

Détail des couvertures de Thuile & d'Ardoiſe.

L'on diſtingue ordinairement trois ſortes de thuile, la premiere eſt celle du grand moule, qui a 13 pouces de long & 8 de large, on lui donne 4 pouces de pureau où d'échantillon : la ſeconde eſt le moule bâtard dont nous ne dirons rien, parce qu'il n'eſt plus d'uſage : la troiſiéme, celle du petit moule qui a environ 10 pouces de long, ſur 6 de large, on lui donne 3 pouces de pureaux ; il faut environ 150 thuiles du grand moule, pour faire une toiſe quarrée de couverture, & près du double, c'eſt-à-dire, 300 thuiles du petit.

La latte dont on ſe ſert pour les couvertures de thuile, s'apelle *latte quarrée*, elle doit être de bon bois de chêne de droit fil, ſans nœuds ni aubier, elle ſe vend en botte, & la botte contient 50 lattes de 4 pieds de long chacune;quand les chevrons ſont à un pied de diſtance les uns des autres, chaque latte eſt clouée ſur quatre chevrons, avec cinq ou ſix clouds, & comme il reſte trois eſpaces de chevrons entre les deux extrêmités d'une latte,ont met une contre-

latte elouée de deux en deux contre-lattes, & la diſtance d'une latte du deſſus à celle de deſſous, qui eſt ce qu'on apelle pureau, eſt ordinairement d'un tiers de la hauteur de la thuile, priſe au-deſſous du crochet.

Quand on employe des thuiles du grand moule, il faut environ 30 lattes par toiſes quarées de couverture, & 36 quand on ſe ſert de celles du petit moule, ce qui demande l'un portant l'autre, 190 clouds.

Pour que la thuile ſoit bonne, elle doit être faite d'une argile bien graſſe, qui ne ſoit ni trop rouge ni trop blanche, & ſi bien cuite, que lors qu'on la ſuſpend avec un fil pour la fraper, elle rende un ſon clair & net, ce qui n'arrive pas quand elle eſt mal cuite, alors elle s'écaille & tombe par morceaux, on obſervera auſſi que la plus vieille cuite eſt la meilleure.

Nous avons en France de deux ſortes d'ardoiſes, dont l'une ſe tire de Meziere & de Charleville, & l'autre vient d'Angers, cette derniere eſt beaucoup plus eſtimée que celle de Meziere & de Charleville; mais en général la meilleure eſt celle qui eſt la plus noire, la plus luiſante & la plus ferme.

Il y a à Angers de trois ſorres de grandeur d'ardoiſe, la premiere s'apelle la grande quarrée forte, il en faut environ 200 pour faire une toiſe quarrée, la ſeconde s'apelle grande quarrée fine, il en faut 180 par toiſe, la troiſiéme s'apelle petite fine, il en faut 340 par toiſe.

On donne pour pureau à l'ardoiſe auſſi-bien qu'à la thuile, le tiers de ſa hauteur, & les lattes ſur leſquelles elles ſont attachées, s'apellent *lattes voliſſes*, & ces lattes qui ſont beaucoup plus larges que celles qui ſervent aux couvertures de thuile, ſe touchent preſque l'une l'autre, elle ſe vendent auſſi par bottes, & chaque botte contient 25 lattes, une botte fait environ une toiſe & demie de couverture, la contre-latte eſt de bois de ſciage.

Pour employer un milier d'ardoiſe, ſupoſant qu'elle ait un pied de long & 5 à 6 pouces de large, qui eſt la plus en uſage, il faut 150 lattes, & 10 ou 12 toiſes de contre-lattes, il faut environ 12 clouds pour attacher chaque latte ſur les chevrons, & au moins trois clous pour chaque ardoiſe.

L'on ſe ſert ordinairement de thuile, pour faire les égoûts des couvertures d'ardoiſe, & afin de les rendre de la même couleur, ont les peint à l'huile.

Le plomb dont on couvre les enfaîtemens des combles d'ardoiſe & des arreſtieres, doit avoir une ligne d'épaiſſeur, & environ 20

pouces de large : on le maintient avec des crochets posés le long de l'enfaîtement, dont il y en a un sur chaque chevron : l'enfaîtement des lucarnes se couvre aussi de plomb de même épaisseur, mais pas tout à fait si large, puisqu'il suffit qu'il ait 15 pouces ; celui que l'on employe pour couvrir les œils de bœuf & les nouëds, est aussi de même espece.

Le plomb pour les cheneaux que l'on met sur les enfaîtemens, doit avoir une ligne & demi d'épaisseur, & 18 pouces de largeur, & celui des bavettes au-dessus des mêmes cheneaux, est aussi de même qualité : il faut donner aux cheneaux environ un pouce de pente par toise, pour l'écoulement de l'eau, que l'on soûtient par des crochets posés aussi sur chaque chevron.

Le plomb du tuyau de descente doit avoir deux lignes d'épaisseur, & le tuyau 3 pouces de diamêtr, & leurs entonnoirs ou hottes, pesent ordinairement 50 ou 55 livres, & l'on soûtient cet entonnoir & son tuyau, par des crochets posés de distance en distance.

Quand on ne veut point faire la dépense d'un tuyau pour conduire les eaux jusqu'en bas, on fait une goûtiere qui porte l'eau environ cinq pieds hors de l'égoût, afin que le pied du mur ne s'en ressente point ; cette goûtiere doit être soûtenuë par une bande de fer.

Comme le plomb se vend à la livre, l'on saura qu'un pied quarré sur une ligne d'épaisseur, pese environ 5 livres & demi ; sur ce principe, il sera aisé de connoître le poids des tables de plomb, quand on en saura l'épaisseur.

Détail de la Vitrerie.

Le plus beau verre qui s'employe en France, se fait dans la Forêt de Leonce, près de Cherbourg en Normandie, il se vend à la somme ou au pannier, qui comprend 24 plats de verre, qui ont 30 ou 32 pouces de diamêtre, & le pannier se vend présentement sur les lieux 25 livres, après en avoir valu 50 & 55 il y a quelques années ; mais le Roy en a reglé le prix par un Arrêt rendu en 1724, & l'a taxé comme je viens de dire à 25 liv.

Quand les plats sont entiers sans aucun accident, & qu'ils ont 30 à 32 pouces de diamêtre, on peut en tirer environ 5 pieds quarrés ; ainsi un pannier où il n'y a point de plat rompu, peut fournir 120 pieds.

Ce sont ordinairement les Marchands Verriers, qui se chargent de faire voiturer les panniers de verre aux differens endroits où les

Vitriers en demandent, & il y a une convention généralement reçûë entr'eux, qui eſt que les Marchands Verriers n'indemniſeront les Vitriers des plats de verre qui pourront ſe caſſer en chemin, que lors qu'il y en aura plus de ſept d'endommagés; c'eſt-à-dire, que s'il n'y en avoit que cinq ou ſix, le Vitrier doit recevoir le pannier comme ſi tous les plats étoient entiers; mais ſi au contraire il s'en trouvoit plus de ſept de rompus; alors les Vitriers ont une indemnité de 20 ſols par plat, deſorte que s'il y en a neuf ou dix de rompus; c'eſt neuf ou dix livres que le Marchand doit diminuer.

Il y a encore une autre ſorte de verre pour la vitrerie que l'on tire de Lorraine, qui n'eſt pas à beaucoup près ſi beau que celui de Normandie, parce qu'il eſt plein de puſtules & très rude, mais il eſt plus épais que le précedent; c'eſt pourquoi on ne laiſſe pas de s'en ſervir dans les endroits qui ont beaucoup à ſouffrir du vent, & qui ne ſont pas de conſéquence; ce verre ſe vend au ballot, & dans chaque ballot il y a 20 liens, chaque lien contient ſix table ou plats de verre, dont on ne peut gueres tirer de chacun plus de 2 pieds & demi de verre en quarré, ainſi le ballot ne fournit qu'environ 360 pieds quarrés.

Moyennant toutes ces petites connoiſſances, il ſera aiſé de juger du prix que doit valoir le pied quarré de verre; en quelque endroit du Royaume que l'on ſoit, puis qu'étant prevenu de ce qu'il ſe vend ſur les lieux, de ce qu'il en peut couter pour la voiture, & de ce que chaque plat peut donner; il n'en faut pas davantage pour ſavoir ſi le marché que l'on veut faire eſt raiſonnable ou non; il eſt bon de prendre garde que tous les Vitriers du Royaume, excepté ceux de Paris ont en uſage parmi eux, un pied qui n'a que 10 pouces de roi, & que par conſéquent on doit avoir égard à cette difference dans les marchés que l'on fait, afin de n'avoir point de dificulté pour le toiſé; mais il faut remarquer que la valeur du pied quarré de verre, doit dépendre auſſi de la grandeur des carreaux, que quand il ſont d'une belle grandeur, comme par exemple de 10 pouces ſur 8, on n'en peut tirer qu'un petit nombre du même plat, & que par conſéquent il faut entrer dans le dechet, qui ſera alors plus conſiderable que ſi les carreaux n'étoient pas ſi grands, car je ſupoſe toûjours qu'il n'eſt point queſtion des panneaux, & qu'il s'agit des croiſées comme on les fait aujourd'hui; enfin j'ajoûterai que quand on toiſe une ou pluſieurs croiſées, on ne s'amuſe point à compter les carreaux, mais que l'on meſure la largeur & la hauteur des fenêtres, ſans y comprendre les chaſſis, & qu'on toiſe tant plein que vuide, ſans diminuer la difference que cauſent les croiſillons ou petit bois.

Pour empêcher que l'air ne paſſe entre les carreaux & les croiſillons ; l'on a coûtume d'enrourer de plomb les carreaux ; ou de les coler avec du papier, dont on ſe ſert plus volonriers, parce que les carreaux en ſont plus clos ; cependant comme le papier ſe détache à la pluye, ce qui oblige de les renouveller de tems en tems ; on ſe ſert depuis peu d'un maſtic excellent pour cela, & qui y étant une fois apliqué, ſe conſerveroit des ſiécles entier ſans être renouvellé, ayant la proprieté de ſe durcir à l'air & comme l'uſage de ce maſtic n'eſt connu que de peu de Vitriers, en voici la compoſition qui eſt fort ſimple.

On prend du blanc d'Eſpagne que l'on réduit en poudre, avec laquelle on fait une pâte qui ſe petrit avec de l'huile de noix ou de lin, & quand cette pâte eſt molle à peu prés comme de la terre glaiſe, on l'aplique avec un couteau dans la feüillure, où l'on fait un cadre d'environ 2 ou 3 lignes de largeur, & comme ce maſtic fait un talud, il contribuë à conſerver le chaſſis contre la pourriture, parce que l'eau qui tombe ſur les feüllures d'embas, coule & ne ſejourne point : il eſt ſurprenant de voir que quand ce maſtic eſt ſec, il devient ſi dur & tient les carreaux ſi fermes, qu'il eſt impoſſible de pouvoir les détacher ſans les caſſer par morceaux, ce qui cauſe une difficulté quand on veut renouveller ceux qui ſe trouvent rompus ; mais on peut empêcher que ce maſtic ne devienne ſi dur, en ſe ſervant de l'huile de navette préferablement à toute autre ; l'experience faiſant voir qu'il ſe détache plus aiſément quand on eſt contraint de le faire.

Détail du pavé de Grais, de celui de Brique & de Carreaux.

On ſe ſert ordinairement de deux ſortes de pavés de grais, dont l'un s'apelle gros pavé, & l'autre pavé d'échantillon ; le premier qui peut avoir 7 à 8 pouces en quarré, ſert pour paver les ruës & les grands chemins, il s'employe à ſec avec du ſable, on le bat & on le dreſſe à la demoiſelle, il y a ſi peu de façon à le mettre en uſage, que ce n'eſt preſque point la peine d'en parler.

Le pavé d'échantillon ſe diſtingue auſſi en gros & en petit, le gros n'eſt autre choſe que des grais de 7 à 8 pouces fendus en deux, on l'employe avec du mortier compoſé de chaux & de ciment, pour paver les cours & autres lieux qui demandent quelque attention ; le pavé de petit échantillon, eſt le plus ſouvent compoſé de cailloux de couleur bleuatre, comme il s'en trouve dans certaine Province, il ſert dans les Fortifications pour paver les Platte-For-

mes des tours, le deſſus des Voûtes des Portes de Ville, à l'endroit du rempart où ces Voûtes ne ſont point couvertes par un bâtiment, alors on le met en œuvre avec beaucoup de précaution, ſe ſervant de mortier de ciment, afin que les cailloux ſoient bien unis les uns contre les autres, & qu'après en avoir dirigé les pentes qui doivent être au moins d'un pouce par toiſe, les eaux de pluye coulent deſſus ſans qu'elles puiſſent s'y arrêter, ni s'introduire dans leurs intervalles.

Il eſt aſſez difficile d'eſtimer au juſte la quantité de cailloux qu'il faut par toiſe quarrée, parce que cela dépend de leur groſſeur, qui eſt ſujette à une grande varieté ; cependant l'experience montre qu'avec une toiſe cube, ont peut faire dix toiſes quarrée de pavé, & qu'il faut environ 100 gros pavés de 7 à 8 pouces en quarré l'un portant l'autre, pour faire une toiſe quarrée, & deux tomberaux de ſable.

Les planchers des Cazernes ſe pavent le plus ſouvent avec de la brique, parce que les carreaux n'y reſteroient pas long-tems entiers ; il eſt vrai que cela charge beaucoup les poutres & les ſolives, c'eſt pourquoi il faut y avoir égard, pour ne pas faire les planchers trop foibles.

Quand on ſe ſert de briques de 10 pouces de longueur, ſur 5 de large & 2 & demi d'épaiſſeur, il en faut 90 poſées de plat, pour faire une toiſe quarrée, & environ deux tiers d'un ſac de chaux & le ſable à proportion.

Si l'on veut poſer les briques de cant, pour rendre le pavé d'un meilleur uſage, il en faut le double que quand elles ſont poſées de plat, c'eſt à-dire 180 pour une toiſe quarrée, un ſac de chaux & le ſable à proportion.

Pour paver les chambres des pavillons, on ſe ſert ordinairement de carreaux, qui peuvent être de differente grandeur & figure, les plus communs ſont quarrés, & ont ſix pouces de côté, d'autres en ont 8 à 9, de ceux-ci il en faut 64 pour faire une toiſe quarrée, deux tiers d'un ſac de chaux, & le ſable à proportion, il y en a d'autres à ſix pans, & qui étant employés, font un meilleur effet que les quarrés ; les échantillons les plus ordinaires de ces derniers ſont de 8, de 6 & de 4 pouces de diamêtre : quand on les employe dans les bâtimens qui ont pluſieurs étages, il eſt bon de ſe ſervir des plus grands au rez-de-chauſſée, & des autres plus petits aux étages ſuperieurs, parce qu'ayant moins d'épaiſſeur, il ne chargent pas tant les planchers.

Fin du quatriéme Livre.

LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE CINQUIE'ME.

Où l'on enſeigne tout ce qui peut appartenir à la décoration des Edifices.

L'ART de décorer les Edifices renferme tant de choſes intereſſantes & utiles, que j'ai crû ne pouvoir me diſpenſer d'en donner un petit traité qui contint ſuccinctement les maximes les plus aprouvées des meilleurs Architectes, je ſai bien que la plûpart des Ingenieurs s'y attachent peu, les autres parties de leur métier étant aſſez étenduës pour les occuper entierement; cependant ſi l'on fait reflexion que ce n'eſt que par la connoiſſance des ordres d'Architecture qu'on peut acquerir le bon goût & cette grace qui ſied ſi bien dans les Ouvrages même les plus

ruſtiques, l'on conviendra qu'il ſe rencontre mille occaſions d'en faire uſage, ſoit pour orner les Portes des Villes, les Guerites de Maçonnerie & les Edifices Militaires en general, puiſqu'il faut neceſſairement certains principes pour profiler ſelon les regles les parties d'un entablement & même celles de la moindre corniche, d'ailleurs quelle ſatisfaction n'eſt-ce pas pour ceux qui ſe piquent d'avoir quelque connoiſſance au-deſſus des autres, de pouvoir juger du mérite des ſuperbes monumens qui marquent de toute part la magnificence de nos Roys, & que pourroit-on penſer ſi on les voyoit au milieu du Château de Verſailles y admirer comme le peuple les beautés qu'on y trouve, ſans en avoir un ſentiment plus éclairé; il eſt des choſes que l'on ne peut ignorer ſans ſe faire tort, on n'excuſe point aiſément un galant homme qui n'a nulle connoiſſance de la Fable, ni de l'hiſtoire, à plus forte raiſon ſeroit-on en droit de trouver à redire ſi un Ingenieur ne ſavoit pas faire la diffetence d'un ordre Toſcan d'avec un Corinthien, ce n'eſt pas que je penſe qu'il y en ait beaucoup dans ce cas, je ſuis fort éloigné d'un préjugé ſi injuſte, les entretiens que j'ai eu avec pluſieurs ſur cette matiere, m'ont fait voir qu'il s'en trouvoit d'auſſi capables de conſtruire un Palais, qu'une demi-Lune ou une contre-Garde, je veux ſeulement déſabuſer ceux qui veulent s'attacher aux Fortifications de l'opinion que Vitruve, Palladio, Vignole & Scamozzy, ſont des Auteurs qui ne les interreſſent pas, s'imaginant qu'il leur ſuffit de ſavoir tracer ſur le Papier un front de Poligone pour être d'habiles gens, & que tout ce qui ne tend pas directement à la maniere de Fortifier les Places, regarde le miniſtere des Architectes plutôt que le leur, il y en a même qui croiroient détoger s'ils s'y appliquoient, comme s'il y avoit plus de gloire de faire bâtir un corps de Cazernes qu'un Portique.

Malgré tout ce que je pourrois dire pour juſtifier les raiſons que j'ai eu de parler de la décoration, ce n'a pas été ſans peine que je me ſuis déterminé à écrire ſur un ſujet ſi délicat; les Bibliotheques étant remplies d'une grande quantité de Livres qui ſemblent avoir épuiſé la matiere; car il faut avoüer que cette Science après avoir été long-tems enſevelie ſous les ruines des Edifices antiques, eſt parvenuë aujourd'hui à un dégré de perfection qui la met au-deſſus de ſon ancienne ſplendeur, & qu'il faut être bien habile ou bien téméraire pour ajoûter quelque choſe aux préceptes que tant de grands hommes nous ont laiſſé, auſſi n'eſt-ce pas mon deſſein, n'ayant eû en vûë que de rendre mon Ouvrage complet, en évitant aux Lecteurs la peine d'étudier un grand nombre de Traités, où il

n'eſt pas aiſé de faire un bon choix des meilleures régles. Ainſi à le bien prendre, ce n'eſt pas moi qui vais parler; mais plûtôt Vitruve, Palladio, Vignole, Scamozzy, Chambray, Perrault, Blondel, Daviler & tous les autres Architectes, dont les Ouvrages ont de la réputation, ſouvent même je me ſers de leurs propres termes n'ayant pas voulu imiter ceux qui changent les expreſſions d'un Auteur pour s'en approprier les penſées. Cependant comme la plûpart des Architectes ont leur méthode particuliere de déterminer les proportions des ordres, j'ai ſuivi celui qui m'a parû le moins confus & le plus goûté du Public, je veux dire Vignole qui peut paſſer avec raiſon pour le plus célebre d'entre les modernes, ſa méthode eſt aiſé, ſes régles ſont generales, & ce qui en augmente le prix, c'eſt qu'il les a tiré de ces grands Originaux qu'on ne peut ſe diſpenſer de prendre pour modéle, ſans tomber dans des deffauts groſſiers; comme cela n'eſt que trop arrivé à la confuſion de l'Architecture gothique, qui ſans avoir eû d'autre fondement que l'ignorance & un caprice ridicule, a rempli le monde d'une quantité prodigieuſe d'Edifices qui n'étoient ornés que par des colifichets, dont le mauvais goût fait tort à la mémoire de nos Peres, qui ont pû admiter des choſes ſi bizartes, tandis qu'ils rencontroient par tout des veſtiges de ces beaux monumens qui font tant d'honneur aux Grecs & aux Romains; & peut-être ſerions nous encore dans le même aveuglement, ſi le Roi François I. en rapellant en France les Sciences & les belles Lettres, n'avoit occaſionné le rétabliſſement de l'ancienne Architecture: mais ce ne fut point d'abord ſans peine que les yeux accoûtumés aux Ouvrages gothiques pûrent ſe faire à de nouveaux objets, & comme dit Mr Blondel, (c'eſt alors que l'on vit qu'il eſt bien plus facile de corriger les deffauts de l'ignorance ſans préſomption, que d'aporter du remede à ceux qui viennent d'une fauſſe capacité,) les nouveaux Architectes mépriſerent tout ce que l'uſage avoit introduit de défectueux & d'impertinent, & ne ſongerent plus qu'a s'inſtruire dans l'examen des anciens Edifices qui reſtoient en Italie & particulierement à Rome; ils en meſurerent exactement les parties, & enchantez de l'harmonie qui regnoit entre-elles, ils mirent toute leur aplication à recouvrer les regles que les Romains avoient apris des Grecs, & heureuſement ils trouverent dans Vitruve dequoi leur abreger beaucoup de chemin. Cet Auteur qui eſt le ſeul qui nous reſte des anciens après avoir été fort negligé, fut enfin lû par les gens du métier, & comme ſi la nature avoit voulu dédommager l'Architecture de l'injuſtice qu'on lui avoit faite pendant tant de ſiécles,

les Roys ſucceſſeurs de François I. la reçûrent avec tant d'acuëil, & donnerent tant de marques de leurs bienfaits à ceux qui la cultivoient, qu'on vit en peu de tems des morceaux dignes des plus grands Maîtres, & les choſes en ſont venës à ce point, que ſi les Romains du tems d'Auguſte pouvoient renaître, ils viendroient en France, pour y admirer ce qu'on ne trouvoit autrefois que chez eux.

Quoique j'aye ſuivi Vignole par préference à cauſe de l'exttême facilité de ſes meſures, je n'ai pas laiſſé ſans vouloir m'écarter de ſes ſentimens de tirer des autres, ce qui pouvoit corriger ou perfectionner certaines parties que cet Auteur avoit negligé ou rendu équivoques par le peu d'étenduë qu'il donne à l'explication de ſes principes; je n'ai pas voulu non plus comme lui me borner aux cinq ordres, j'ai crû qu'il étoir à propos de les accompagner de toures les regles particulieres qui pouvoient y avoir raporr pour rendre ce ſujet auſſi inſtructif qu'on peut le ſouhaiter dans un ouvrage comme celui-ci, dont le principal objet n'eſt point de faire des Architectes; mais des Ingenieurs capables de tout ce qui regarde leur métier.

Quoique le mot d'*Ordre* en general puiſſe s'appliquer à une infinité de choſes differentes pour ſignifier qu'elles ſont dans l'arangemenr qui leur convient; les anciens l'ont affecté particulierement à l'Architecture pour exprimer l'harmonie de pluſieurs parties, qui par leurs diſpoſitions ſont un tout qui plaît, & ſurprend agréablement le coup d'œil, & comme les moulures & les ornemens dont on ſe ſert peuvenr s'employer de diverſes manieres, & en plus ou moins grande quantité, les ordres ont été réduits à cinq, ſavoir le *Toſcan*, le *Dorique*, l'*Ionique*, le *Corinthien* & le *Compoſite*.

Les Grecs qui ont inventé les ordres, n'en ont jamais eû que trois; le Dorique, l'Ionique & le Corinthien, les deux autres, c'eſt-à-dire le Toſcan & le Compoſé ont été imaginés par les Romains, qui n'en ont pas fait eux-mêmes grand cas, puiſqu'au raport de pluſieurs Auteurs célebres, il reſte peu de veſtiges de l'Ordre Toſcan, parce qu'ils l'ont trouvé trop groſſier, & n'ont point employé ſeparément le compoſé, ayanr toûjours donné la preference au Corinthien; en effet il eſt bien mieux proportionné; car comme le remarque Scamozzi, le chapiteau de l'ordre Compoſite eſt rrop maſſif & ne s'accorde point avec la délicateſſe des autres parries. Mr de Chambray dans ſon paralelle de l'Architecture antique avec la moderne, ſepare abſolumenr les trois ordres Grecs des deux Romains, & fait voir avec beaucoup de diſcernement, com-

bien ces ordres ſont inferieurs à la beauté des autres ; car le Toſcan ne peut être employé ſeul que dans les Ouvrages maſſifs & groſſiers, quoiqu'on puiſſe s'en ſervir ſans répugnance aux Portes des Villes, ou à quelque endroit qui demande du ruſtique. Le compoſé étant pris des autres ordres, & n'ayant rien de particulier n'en devroit point faire un à part, l'on prétend même que la licence que les Romains ont pris en imaginant cet ordre, a été en partie cauſe de la confuſion qui s'eſt introduite dans l'Architecture gothique ; car l'amour de la nouveauté a fait qu'on ne s'en eſt pas tenu là, les ouvriers les plus ignorans s'étant crû en droit de faire tous les changemens dont ils ont pû s'aviſer.

Pour dire un mot de l'origine des ordres, l'on prétend que le Dorique fut inventé par un nommé Dorus, qui l'employa le premier dans Argos à la conſtruction du ſuperbe Temple qui fut érigé à la Déeſſe Junon, & qu'enſuite on en bâtit un autre dans Delos à Apollon, à l'occaſion duquel on imagina les Trigliphes pour répreſenter la Lire dont ce Dieu étoit l'inventeur.

L'hiſtoire ne nous aprend pas poſitivement quel eſt l'Auteur de l'ordre Ionique, l'on ſait ſeulement qu'un nommé Ion Athenien fut choiſi par ceux de ſa Nation, pour être chef de treize colonies qui furent envoyées dans l'Aſie mineure, où ils s'établirent dans la Carie nommée enſuite Ionie, pour faire honneur à Ion qui en avoit fait la conquête, & qui y fit bâtir treize grandes Villes, dont la plus conſidérable étoit Epheſe, où l'on éleva un Temple à Diane, dont l'ordre étoit different du Dorique, & comme ce Temple eut enſuite beaucoup de réputation, y ayant toute aparence que c'eſt celui qui a été brûlé par Eroſtrate, on nomma le deſſein ſelon lequel il avoit été conſtruit, l'*ordre Ionique*, pour marquer la Province où il avoit pris naiſſance.

Vitruve en parlant de l'ordre Corinthien, dit qu'il fut inventé par Callimachus Sculpteur Athenien, qui demeuroit alors proche la Ville de Corinthe une des plus conſidérables de la Grece, & comme il y a aparence que c'eſt-là où cet ordre fut mis en uſage pour la premiere fois, c'eſt ſans doute ce qui lui en a fait retenir le nom ; d'autres prétendent que le chapiteau Corinthien tire ſon origine du Temple de Salomon ; au reſte il en ſera tout ce qu'on voudra, mais il faut convenir que l'ordre Corinthien eſt le chef-d'œuvre de l'Architecture, & que tout ce qu'on a pû faire de mieux juſqu'ici, a été ſeulement d'atteindre à la beauté que lui ont donné ſes premiers inventeurs.

Les Romains après s'être rendus maîtres de l'Univers, enrichi-

rent Rome non ſeulement de tous les tréſors que leur procurerent leurs conquêtes; mais introduiſirent encore tout ce qu'ils trouverent d'admirable chez les étrangers, particulierement leur maniere de bâtir, que des ouvriers leurs Eſclaves leur enſeignoient; & bien-tôt ſurpaſſant en magnificence toutes les autres nations, leurs édifices devinrent dans la ſuite, les plus excellens modéles qu'on pût imiter; & pour encherir ſur ce qu'ils tenoient des Grecs, ils voulurent ſe faire un ordre plus riche que tous les autres, & comme de ce temps là, la matiere étoit déja épuiſée, ils prirent des autres ordres ce qui leur parut de plus beau, & en firent celui qu'on a nommé depuis *Compoſé*. La ſeule Province de Toſcane ne voulant rien devoir aux Grecs ſes plus cruels ennemis, inventa l'ordre qui a depuis conſervé ſon nom, & pour ſe paſſer abſolument des autres, il falut le deſtituer d'ornemens, ſe contentant de décorer les Temples & les autres édifices qui devoient avoir quelque relief, de Colomnes ſans Piédeſtaux, & d'un ſimple Chapiteau ſurmonté par l'entablement dont la corniche & les autres parties ſont des plus unies.

Je viens de placer les ordres dans le rang qui leur convient le mieux, quoique cela ne tire ici à aucune conſequence; mais quand il ſera queſtion de les décrire & de les expliquer en détail, je me conformerai à l'arangement de Vignole, puiſque c'eſt l'auteur que je me ſuis propoſé de ſuivre, c'eſt-à-dire, je commencerai par l'ordre Toſcan comme le plus ſimple, qu'enſuite je raporterai le Dorique, l'Ionique, le Corinthien, & le Compoſite pour le dernier.

Explication des termes propres aux ordres d'Architecture.

Quoique je donne à la fin du ſecond volume un Dictionnaire fort ample, pour expliquer tous les termes d'Architecture, auſſibien que les autres qui auront lieu dans les differens traitez que l'on verra par la ſuite; j'ai cru qu'il étoit à propos de définir preſentement ceux qui ſont employés aux ordres, afin qu'aidé de ce qu'on trouvera écrit ſur les trois premieres Planches, l'on puiſſe ſe former une idée juſte des proprietés de chaque moulure, & que ſe trouvant expliqués de ſuite, ſans être interrompus par d'autres termes, comme cela arrive dans un Dictionnaire, on ait plus de facilité à les retenir.

Doucine, *Cimaiſe* ou *Gueule droite*, eſt une moulure dont le contour a une ſinuoſité, ce qui fait que cette moulure change de nom ſuivant la ſituation où elle ſe trouve, quand la partie d'enhaut eſt con-

cave, elle ſe nomme *Gueule droite* ou *Doucine*, & quand elle eſt convexe on la nomme *Gueule renverſée* ou *Talon*.

Liſteau, *Filet* ou *Ourelet*, eſt une petite bande qu'on met entre les moulures pour les ſeparer, & empêcher qu'elles ne ſe confondent.

Ove, *quart de rond* ou *échine*, eſt une moulure dont le contour eſt un quart de cercle, & qui fait une partie eſſentielle des ornemens.

Couronne, *Larmier*, ou *Goutiere*, eſt un membre de la corniche, qui ſert à faire écouler l'eau loin du mur, & on apelle *Mouchette* le petit rebord qui pend en bas.

Modillons, ſont des pieces qui s'avancent ſous le plafond des corniches pour en ſoûtenir la ſaillie, & ſont un des plus beaux ornemens de cette partie de l'entablement; les anciens s'en ſont ſervis pour repreſenter des bouts de chevrons.

Aſtragale, eſt un petit membre rond, dont le contour a ordinairement la figure d'un demi cercle, on l'apelle communement *Chapelet*, quand il eſt taillé en forme de petites boules, qui reſſemblent à des grains de chapelet enfilés.

Denticule, eſt un membre quarré, recoupé par pluſieurs entailles, qui reſſemblent vouloir repreſenter des dents, elles s'employent ordinairement dans la corniche Ionique & Corinthienne; Vitruve apelle *Metoche* l'eſpace vuide qui eſt entre chaque denticule.

Trigliphe, eſt un ornement compoſé de trois litels ou jambes, qui ſont ſeparés par deux canelures: cet ornement ne s'employe que dans la friſe de l'ordre Dorique.

Metope, eſt l'eſpace entre deux trigliphes; cet eſpace eſt ordinairement quarré, ayant autant de hauteur qu'il y a de diſtance d'un trigliphe à l'autre.

Soffite ou *Plafond*, eſt le deſſous de ce qui eſt ſuſpendu, ainſi l'on dit le *Soffite d'un architrave* ou d'un *larmier*.

La Friſe, eſt une des principales parties de l'entablement, dont elle occupe le milieu, étant toûjours entre la corniche & l'architrave, cette partie a été nommée *Friſe*, à cauſe que les ornemens qu'on y fait reſſemblent à de la broderie.

Architrave, eſt la premiere partie de l'entablement, poſée ſur les colomnes ou pilaſtres, ou ſimplement ſur un mur de face, quand on veut le terminer par un entablement, l'architrave à le bien prendre repreſente les poutres, dont les extrémités étant bien apuyées, portent dans leur longueur les parties d'une façade, ou tout autre corps élevé verticalement, ainſi l'architrave n'eſt autre choſe que ce qu'on apelle communement *Sabliere* ou *Poutrail*.

Abaque, eſt une partie qui ſert dans l'ordre Corinthien, à repre-

ſenter la thuille qui couvroit le panier autour duquel s'élevoient les feuilles d'Acanthe qui ont donné lieu à l'invention du chapiteau de cet ordre, les ouvriers l'apellent *Tailloir*.

Volute eſt un ornement qui fait la partie eſſentielle du chapiteau Ionique, cette volute eſt contournée comme une ligne ſpiralle, & a été imaginé par les anciens pour repreſenter les boucles des cheveux, qui pendoient aux côtés du viſage des femmes.

Cathete de la volute n'eſt autre choſe qu'une ligne perpendiculaire, qui paſſe par l'œil de la volute, & ſert à la décrire & à en déterminer la hauteur; l'on met auſſi de petites volutes aux chapiteaux Corinthiens, mais celles-ci s'apellent *helices*.

Galbe, on dit qu'un membre ou morceau d'Architecture, ſe termine en forme de galbe, lorſqu'il s'élargit doucement par en haut, comme font les feuilles d'une fleur.

Fuſt ou *tige* d'une colomne, doit ſe prendre pour le corps de la colomne, depuis ſa baſe juſqu'à ſon chapiteau.

Canelures ſont des eſpeces de côtes ou liſtaux exprimés ſur une colomne, par le moyen des creux que l'on y pratique; ces canelures ſe font à vive arrête dans l'ordre Dorique; mais elles ne ſont guéres aprouvées, à cauſe qu'elles ſont trop foibles, par conſequent trop ſujettes à être rompuës.

Eſcape, *Congé* ou *Retraite*, eſt un trait concave qui joint le nud de la colomne avec ſa baſe ou ſon chapiteau: ce trait s'apelle auſſi Fruit quand il s'agit de l'eſcape d'en bas, pour ſignifier que la colomne ſort de ſa baſe, commence à monter & à s'échaper en haut.

Baſe d'une colomne eſt la partie ſur laquelle elle eſt poſée.

Tore eſt une eſpece de gros anneau dans la baſe d'une colomne, qui ſemble repreſenter les cercles de fer, dont on fortifie les extrémités des troncs d'arbres, qui ſervent à ſoûtenir quelque corps fort peſant.

Scotie c'eſt la partie creuſe qui eſt entre deux tores, que les ouvriers apellent *Nacelle* à cauſe de ſa cavité, l'on nomme *cavet* la moitié de la ſcotie.

La plinthe eſt un membre quarré & plat, que quelques uns nomment *Orle* ou *Ourelet*, elle ſe trouve toûjours dans les baſes des colomnes.

Plinthe dans le chapiteau Toſcan eſt la partie que l'on nomme *Tailloir* dans ceux des autres ordres.

Piédeſtal eſt un corps quarré de figure parellelipipede, qui ſert à élever une colomne ou une ſtatuë au-deſſus du rez-de-Chauſſée, le Piédeſtal a ſa baſe & ſa corniche; & le corps parellelipipede qui

eſt

eſt entre ces deux parties eſt nommé *Tronc* ou *Dé* du Piédeſtal.

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on explique les proprietés des Moulures & de leurs ornemens.

IL y a deux ſortes de moulures; ſçavoir les quarrées & les rondes, les quarrées ſont faites avec des lignes droites, les rondes avec des portions de cercle ou autres lignes courbes; de ces moulures il y en a de grandes & de petites, les grandes ſont les *Doucines*, *Oves*, *Gorges*, *Talons*, *Tores* & *Scoties*; les petites ſont les *Filets*, *Aſtragales* & *Conges*, ces petites moulures ſervent à ſéparer & à couronner les grandes, pour leur donner auſſi plus de relief & de diſtinction; les unes & les autres ſe tracent differemment, ſelon la diſtance d'où elles doivent être vûës, puiſque c'eſt de cette diſtance que dependent les ſaillies ou retraites qu'on leur donne. PLANCH. 37.

Les plus belles moulures ſont celles dont le contour eſt parfait, comme le *Quart-de-rond* & le *Cavet*, qui ſe tracent par le moyen d'un quart-de-cercle, ainſi qu'on le peut voir dans les figures 6, 7 & 8. Le Talon & la Doucine marquez par les figures 9, 10, 11 & 12, ont auſſi fort bonne grace; pour les tracer, il faut être prevenu qu'à ces quatre moulures, on leur donne autant de ſaillie que de hauteur, c'eſt-à-dire que *AB* eſt égal à *BC*, & qu'enſuite on tire la ligne *AC*, qu'on diviſe en deux également au point *F*, ſur chaque partie égale *CF* & *FA* comme baſe, on fait un triangle équilateral, l'un en dehors, l'autre en dedans, afin d'avoir les points *D* & *E*, qui ſervent de centre pour décrire deux portions de cercles, qui compoſent enſemble la ſinuoſité de cette moulure, qui eſt la même dans les figures 9 & 10, l'une étant droite & l'autre renverſée: les *Cimaiſes* ou *Talons* que l'on voit exprimées par les figures 11 & 12, ſe tracent auſſi par le moyen du triangle équilateral, avec cette difference cependant, que la portion du cercle *GH* qui répond à la partie ſaillante *G*, eſt convexe, & que l'autre qui répond à la partie rentrante *I* eſt concave, au lieu que dans les deux autres figures, c'eſt tout le contraire.

Le contour des aſtragales, ſe fait ordinairement avec les trois quarts, ou les deux tiers de la circonference d'un cercle, au lieu que le gros & le petit tore ſont formez par une demi-circonferen-

ce juſte, ainſi qu'on le voit marqué aux figures 3 & 4; à l'égard de la *Scotie* & du *Tore corrompu* marquez par les figures 5 & 13, je ne ſache point qu'on ait aucune regle geometrique, pour tracer la concavité de l'une & la convexité de l'autre; c'eſt à ceux qui font des modeles de profils de contourner ces moulures, de façon qu'elles ne faſſent point un effet deſagreable.

Pour faire de beaux profils, il faut prendre garde de ne les point trop charger de moulures, & n'en point repeter de ſemblables immediatement l'une après l'autre; pour cela il faut les mêler alternativement de quarrées & de rondes, de maniere que les grandes ſoient ſeparées des autres, par des petites qui les faſſent valoir par leur comparaiſon; de ces grandes moulures, il faut qu'il y en ait qui dominent contre le *Larmier* dans la Corniche, qui eſt la moulure la plus eſſentielle, évitant ſur tout l'égalité des moulures dans les profils, c'eſt pourquoi on les fait de differente hauteur, & pour donner là-deſſus quelques regles generales; on aura attention qu'une moulure qui en couronne une autre, ne doit avoir pour hauteur que la moitié de celle qui eſt au-deſſous, ni moins d'un tiers; de même le *Filet* ſur l'Aſtragale, & l'Aſtragale ſous *l'Ove* ne doit être moindre du quart, ni plus haut que le tiers de l'Ove; mais on jugera mieux de toutes ces proportions, par celles qui accompagnent les profils que nous expliquerons par la ſuite.

Quant aux ornemens il faut ſavoir les placer avec choix & avec goût; car comme il y a des parties qui ſont ornées naturellement, à cauſe du beau mélange de leurs moulures, il ſeroit à craindre que ſi l'on vouloit y ajoûter quelque choſe, on fit naître la confuſion plûtôt que la bonne grace; il faut prendre garde auſſi que les ornemens conviennent au genre de l'édifice, & faire enſorte qu'ils ſoient naturels, ſans en faire d'imaginaires, de groteſques & de bizarres, la nature fournit aſſez d'objets ſans qu'il ſoit neceſſaire de faire travailler d'imagination, les fleurs, les animaux & les fruits ſont en aſſez grande abondance pour varier les ſujets, le tout eſt de les placer aux endroits qui leur conviennent le mieux, & c'eſt en ceci comme dans le reſte, que l'Architecture ancienne eſt toûjours admirable.

Pour éviter la confuſion, il faut que les ornemens ſoient interrompus, c'eſt-à-dire, qu'entre deux moulures ornées, il y en ait une liſſée ou toute unie; & lors qu'il ſe rencontre deux moulures d'un même profil; les orner differemment, pour donner de la varieté, faiſant enſorte que chaque partie qui ſert à la décoration, ſoit ornée avec proportion, évitant qu'il y en ait d'entierement nuë,

tandis que les autres seroient enrichies avec profusion. Les ornemens doivent aussi convenir aux ordres, les plus riches ne doivent être employés qu'aux Corinthien & Composé, & les moins recherchés à l'Ionique ; à l'égard du Toscan & du Dorique, il faut que les moulures en soient unies, afin que tout réponde à la simplicité qui convient à ces deux ordres. Pour le relief des ornemens il dépend de la grandeur des moulures, & de l'éloignement d'où elles seront vûës, prenant garde que ceux des profils du dedans de l'édifice, ayent moins de relief que ceux du dehors ; il faut aussi remarquer que les ornemens doivent être comme apliqués sur les moulures saillantes, sans qu'elles en diminuent la grosseur, lorsque ces moulures sont petites comme les *Astragales* ou *Baguettes*, au lieu qu'aux *Quarts-de-ronds* & *aux gros Tores*, qui sont de grosses moulures, les ornemens doivent être foüillez en dedans, autrement l'ouvrage seroit massif & pesant s'ils étoient par dessus ; on fait tout le contraire pour les moulures creuses, comme pour les *Cavettes* & les *Scoties*, dont les ornemens doivent être comme apliquez sur le nud de leur contour & non pas creusés dedans, parce qu'ainsi on les voit distinctement.

Les ornemens en genetal peuvent se diviser en deux especes, ceux de la premiere que l'on nomme *significatifs*, servent de simbole pour faire connoître l'Edifice ; par exemple, si c'est un monument élevé à la gloire d'un Heros, il est naturel d'y figurer quelques traits de son Histoire & d'y raporter des marques de son Triomphe, ce qui ne peut guéres se pratiquer que sur la frise, à cause que ces sortes de choses ont besoin d'un certain espace pour être exprimés distinctement.

Les ornemens de la seconde espece, sont ceux qui sont indifferens & qui s'apliquent sur les moulures sans aucune conséquence, tels sont les *Oves* que l'on fait de plusieurs manieres, les *Rays de cœur*, les *Fleurs*, les *Feüilles* & les *Fruits*, de diverses especes, & une infinité d'autres choses qui dépendent du goût & du choix ; cependant si ces ornemens ne sont menagez avec beaucoup de circonspection, les profils en deviennent plûtôt confus & grossiers que riches & agréables, le tout est de faire ensorte que le coup d'œil soit satisfait, & qu'on aperçoive sans étude le dessein que l'on a eû en vûë, & pour tout dire en un mot, il faut que les moins connoisseurs trouvent de quoi admirer, & soient ravis d'un certain étonnement qu'a coûtume de produire ce qui est effectivement beau. Pour donner quelques exemples des ornemens qui ont été mis en usage avec plus de succès aux differentes moulures dont nous venons de parler, on a raporté

PLANCH. 38 & 39 sur la 38 & la 39e Planches plusieurs desseins ausquels on pourra avoir recours dans l'occasion.

CHAPITRE SECOND.

De la connoissance des cinq ordres en general.

POUR donner une idée des ordres aux personnes qui ne les connoissent point, & leur faciliter la maniere de les distinguer, il semble qu'avant toute chose il faut faire voir en quoi ces ordres different, & à quel signe on peut les reconnoître.

PLANCH. 37. 38. & 39. Si l'on considere la 37, 38 & 39e Planche, l'on y verra les cinq ordres raportés de suite, & l'on y remarquera que le Toscan se distingue des autres par sa simplicité, n'étant accompagné d'aucun ornement.

Que le Dorique se connoît par les Trigliphes qui servent à enrichir la frise, étant l'ordre seul où cet ornement se rencontre.

L'Ionique se fait connoître entre les autres par les volutes qui accompagnent le Chapiteau des Colomnes.

Le Corinthien se connoît aussi par son Chapiteau qui est orné de certaines feüilles qui imitent celles que l'on nomme d'*Acanthe*, d'ailleurs comme cet ordre est toûjours enrichi de plusieurs ornemens qu'on n'aperçoit point dans les trois précedens, il est aisé de ne pas s'y méprendre

Enfin on connoîtra le composé, en remarquant que son chapiteau participe des deux ordres précedens, ayant les volutes de l'Ionique & les feüilles du Corinthien.

Il y a beaucoup de bâtimens qui sans avoir de Colomnes ni même de Pilastres, ne laissent pas de prendre le nom de quelqu'un des ordres, parce qu'il suffit qu'ils ayent des parties qui en marquent le caractere; & ces parties sont les Entablemens, les Couronnemens de façades, les grandes portes &c. Par exemple quand on voit des Trigliphes dans l'Entablement d'une façade, on peut dire que cette façade est décorée selon l'ordre Dorique, ainsi des autres.

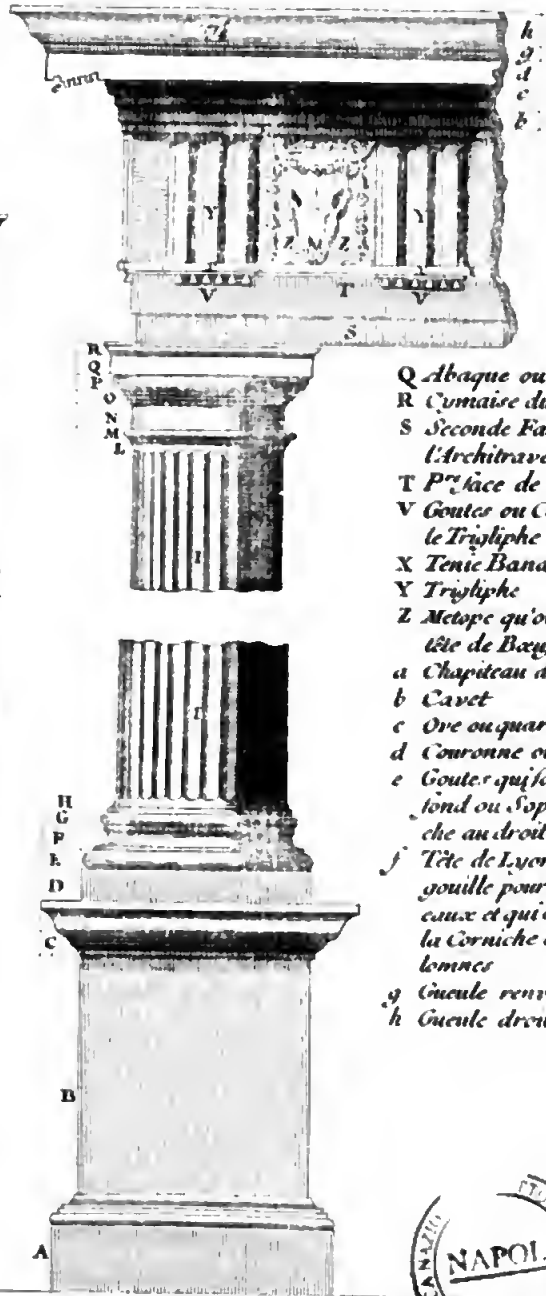
Pour donner une idée moins superficielle des Ordres, j'ajouterai que chacun est ordinairement composé de trois parties, qui sont le *Piédestal*, la *Colomne* & l'*Entablement*, & que chacune de ces parties en comprend trois autres, par exemple celles du piédestal sont la *Baze*, le *Dé* ou le *Tronc* & la *Corniche*, celle de la colomne sa *Baze*, le *Fust*

Talon renversé

Talon droit

Moulure Ovalle ou Thorre Corrompu.

Ordre Dorique

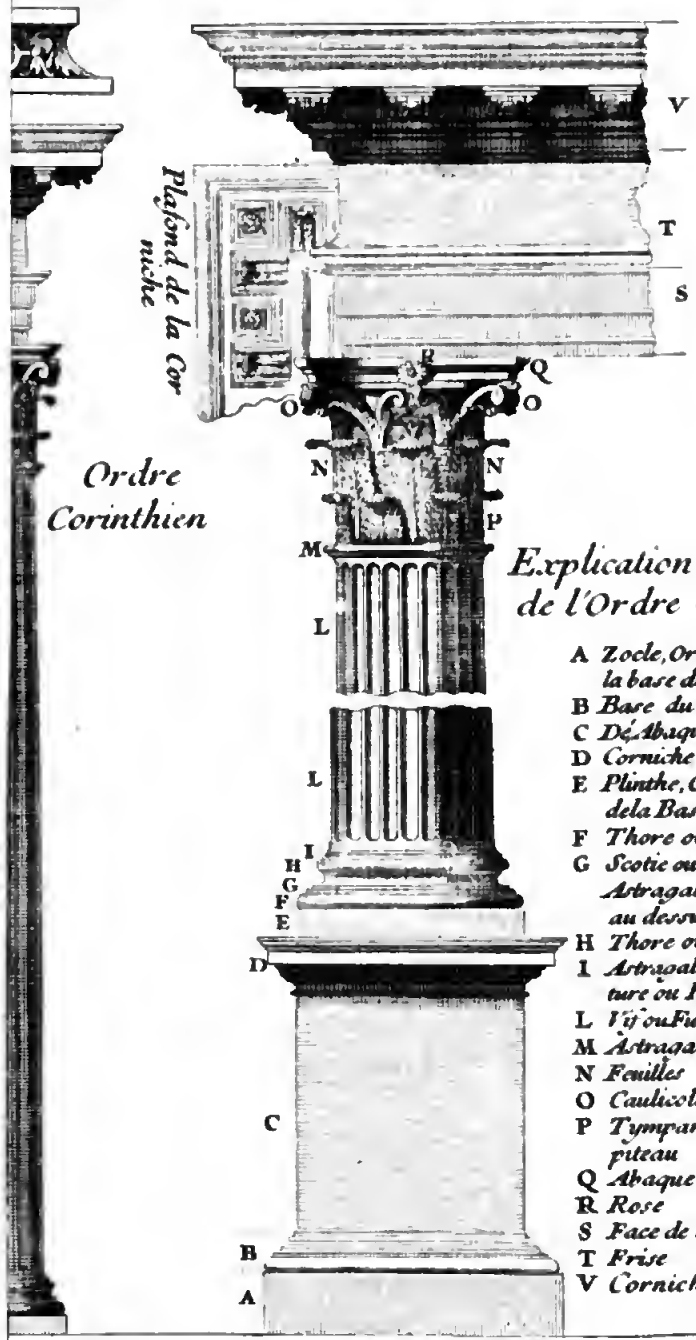


Colomne Dorique Canelée a Vive arrête

NAPOLI

Cavet ou Cymaise Dorique avec ses Ornements.

Ornements

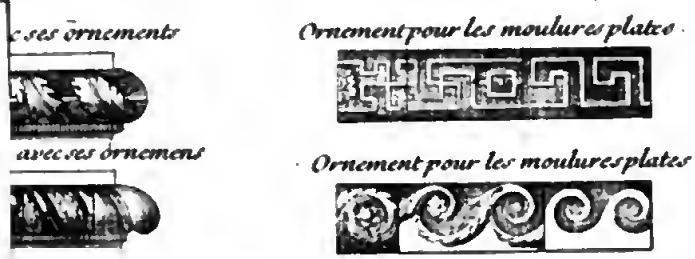


NAPOLI

Ordre Corinthien

Explication des parties de l'Ordre Corinthien

A *Zocle, Orle, ou Ourelet de la base du piédestal*
B *Base du piédestal*
C *Dé Abaque ou Tympan*
D *Corniche du piedestal*
E *Plinthe, Orle ou Ourelet dela Base de la Colomne*
F *Thore ou Bâton inferieur*
G *Scotie ou Cavet avec deux Astragales ou Tondins au dessus*
H *Thore ou Bâton superieur*
I *Astragalle avec la Ceinture ou Reglet au dessus*
L *Vif ou Fust de la Colomne*
M *Astragalle*
N *Feuilles*
O *Caulicoles*
P *Tympan ou Vif du Chapiteau*
Q *Abaque*
R *Rose*
S *Face de l'Architrave*
T *Frise*
V *Corniche*

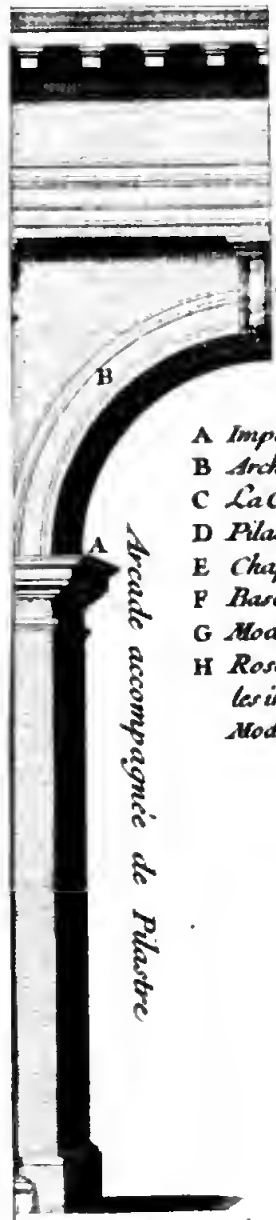


c ses ornements

avec ses ornemens

Ornement pour les moulures plates

Ornement pour les moulures plates



Arcade accompagnée de Pilastre

A *Imposte*
B *Archivolte*
C *La Clef*
D *Pilastre canelé*
E *Chapiteau du pilastre*
F *Base du pilastre*
G *Modillons*
H *Roses pour remplir les intervales des Modillons.*

Colomne Ionique avec ses ornements.

NAPOLI

ou la *Tige* & le *Chapiteau*, & celles de l'Entablement, l'*Architrave*, la *Friſe* & la *Corniche*.

Comme la hauteur du Piédeſtal & de l'entablement doit dépendre de celle de la Colomne; Vignole pour établir une regle generale qui puiſſe s'apliquer indiferemment à tel ordre que l'on voudra, donne pour hauteur au Piédeſtal le tiers de celle de la Colomne, & à l'Entablement le quart; ainſi ayant diviſé la hauteur de la Colomne en 12 parties, il en prend quatre pour le Piédeſtal & trois pour l'Entablement, & de cette regle il tire un moyen fort aiſé pour déterminer l'Ordonnance d'une façade; car toutes les fois qu'une hauteur eſt donnée, on n'a qu'à la diviſer en 19 parties égales, & alors les quatre parties d'enbas ſervent pour le pié-d'eſtal les trois de deſſus pour l'Entablement, & les douze d'entre deux pour la hauteur de la Colomne.

Cependant comme il arrive quelquefois que dans la décoration des façades, on ne fait point de Piédeſtal aux Colomnes; dans ce cas Vignole diviſe la hauteur donnée en 5 parties égales, dont 4 ſervent pour la hauteur de la Colomne, & la cinquiéme partie détermine celle de l'Entablement, qui par ce moyen ſera encore le quart de la hauteur de la Colomne.

Comme dans tous les ordres, la proportion des petites parties doit dépendre de celle des plus grandes, tous les Architectes tant anciens que modernes, ont pris pour meſure commune le demi diamêtre de la Colomne qu'ils ont apellés *Module*, deſorte que quand on dit qu'une certaine partie d'Architecture a, par exemple, pour hauteur 5 modules, on doit entendre que cette hauteur eſt égale à 5 demi diamêtres de la Colomne qui eſt employée dans l'ordre dont il s'agit; cependant comme pour rendre les Colomnes plus agréables à la vûë, on leur a donné moins de groſſeur vers les extrémités que dans le milieu; ce qui fait que n'étant point cilindriques, elles peuvent avoir pluſieurs diamêtres, il eſt bon de ſavoir pour ne pas ſi méprendre, que le demi diamêtre qui ſert de module, eſt celui du cercle qui répond à la Baſe de la Colomne.

Les cinq ordres augmentant de ſuite en beauté & en ornement, on les a fait auſſi monter par degré en legereté & en délicateſſe, par exemple les colomnes Doriques ont moins de groſſeur par raport à leur hauteur, que les Toſcanes; & les Ioniques moins de groſſeur à proportion de leur hauteur que les Doriques, ainſi des autres. C'eſt pourquoi Vignole donne aux colomnes Toſcanes, 7 de leur diamêtres ou 14 modules; aux Doriques, 8 de leur diamêtres ou 16 modules; aux Ioniques, 9 de leur diamêtres ou 18 modules.

aux Corinthiens & aux Compoſites 10 de leurs diamêtres ou 20 modules, donnant la même élevation à ces deux ordres, quoiqu'il y ait des Auteurs qui en donnent davantage au Compoſite. Prevenu de ce que je viens de dire, quand on a trouvé de quelle hauteur doit être la Colomne par raport à la façade où elle doit être placée, en ſuivant la régle de Vignole, il eſt bien aiſé d'en avoir le diamêtre, & par conſequent le module, puiſqu'il n'y a qu'à diviſer la haureur de la Colomne en autant de parties égales, qu'elle doit avoir de diamêtre, & alors une de ces parties ſera le diamêtre qu'on cherche, dont la moitié pourra ſervir de module : car l'on ſent bien que chaque ordre a ſon module particulier, qui eſt plus ou moins grand, ſelon que l'ordre dont il s'agit eſt maſſif ou leger, & qu'il n'en eſt point de cette meſure comme du pied & du pouce ordinaire qui reſtent toûjours de même. Or pour rendre ceci plus intelligible, ſupoſons qu'il ſoit queſtion de décorer une façade ſelon l'ordre Dorique, il faut en meſurer la hauteur depuis le rez-de-Chauſſée, juſqu'à l'endroit où doit ſe terminer le ſommet de la Corniche de l'Entablement & diviſer cette hauteur en 19 parties, dont il en faut prendre 12 pour la colomne pour tel ordre que ce ſoit, & ces 12 parties n'étant plus conſiderées que comme une ſeule grandeur, il faut la diviſer en 8 parties égales, l'une deſquelles ſera le diamêtre de la Colomne, par conſequent la moitié de ce diamêtre ſera le module pour régler les proportions de l'ordre Dorique, relativement à la façade que l'on veut décorer, or comme on aura connu en pieds & en pouces la hauteur de cette façade, on pourra auſſi, ſi l'on veut, raporter la grandeur du module aux meſures ordinaires, & ſçavoir par conſequent combien il contient de pouces, quoiqu'à le bien prendre cela ſoit aſſez inutile, puiſque comme je viens de le dire, cette meſure eſt particuliere aux ordres, & n'a rien de commun avec la toiſe.

Toutes les meſures en uſage dans la ſocieté, ayant été diviſées en pluſieurs parties pour les raiſons que perſonne n'ignore, les Architectes ont auſſi diviſé leurs modules en un nombre de parties égales, les unes plus, les autres moins, ſelon qu'ils en ont crû tirer plus de commodité quand ils ont été obligés de déterminer la grandeur des moulures & des autres petites parties, afin qu'elles euſſent entre elles certaines proportions qui leur convinſſent par raport à l'harmonie qui devoit regner dans le tout, & Vignole a cela d'avantageux au-deſſus des autres, c'eſt que les parties de ſon module ne ſont point ſuſceptibles de fractions embaraſſantes ; l'on ſaura donc que pour l'ordre Toſcan & le Dorique, il diviſe le module en 12 parties égales ; mais comme dans les trois autres ordres ;

c'eſt-à-dire l'Ionique, le Corinthien & le Compoſite, il ſe rencontre des moulures encore plus petites que dans les précedens, il a diviſé le module de ces trois ordres en 18 parties égales, afin d'éviter les fractions qui ſe feroient rencontrées, s'il ne l'avoit été qu'en 12 parties.

Comme ce que je viens d'expliquer dans ce Chapitre, ſuffit pour être prévenu de ce qu'il faut ſavoir afin d'entendre clairement ce que l'on verra dans la ſuite, je paſſe à la compoſition des ordres en commençant par le Toſcan.

CHAPITRE TROISIE'ME.

De l'Ordre Toſcan.

DANS l'ordre Toſcan le fuſt de la colomne a pour hauteur 6 de ſes diamêtres; c'eſt-à-dire, 12 modules, & ſa baſe & ſon chapiteau chacun un, ce qui fait en tout 14 modules comme nous l'avons dit dans le Chapitre précedent; dont le tiers qui eſt de 4 modules 8 parties, eſt pour la hauteur du Piédeſtal, & le quart qui fait 8 modules, 6 parties pour celle de l'entablement; ainſi toute la hauteur de la façade, ou ſi l'on veut de l'Ordonnance ſe trouve de 22 modules 2 parties, car il faut ſe rappeller que le module dans cet ordre doit être diviſé en 12 parties égales, & que ce ſont ces parties qui vont ſervir à déterminer la proportion des moulures.

Comme nous allons donner les dimenſions dont chaque ordre eſt compoſé, & que les mêmes dimenſions ſe trouvent exactement cotées ſur les deſſeins, l'on pourra à l'aide du diſcours connoître plus diſtinctement qu'on ne la fait dans ce qui précede, la ſituation des moulures, leurs figures & leurs noms; puiſque chaque chiffre dont on va faire mention dans l'explication, pourra ſervir en même tems à déſigner celle dont on parle; par exemple quand on dira que la Plinthe de la baſe du Piédeſtal Toſcan eſt de 5 parties, il ſuffira de jetter les yeux ſur cette baſe, pour voir que la moulure qui répond au chiffre 5 eſt nommée Plinthe; ainſi des autres qui ſe ſuivront immediatement, ce qui contribuera fort à ſe rendre les termes familiers.

Piédeſtal Toſcan.

L'on donne un demi module ou 6 parties à la hauteur de la baſe du Piédeſtal dont il y en a 5, pour la Plinthe, & une pour le re- PLANCH. 40. FIG 1.

glet, la ſaillie de la Plinthe eſt de 4 parties, & celle du reglet de 2. Quant à largeur du Dé ou du Tronc, elle eſt de 2 modules 9 parties, & ſa hauteur de 3 modules 8 parties.

La hauteur de la corniche eſt égale à celle de ſa baſe; c'eſt-à-dire qu'elle eſt de 6 parties, deſquelles on en donne 4 au Talon, & deux à la Bandelette ou Reglet, toute la ſaillie eſt de 4 parties, dont il y en a 3 & demi pour le Talon 1 & demi pour le Reglet qui eſt au-deſſus.

Colomne Toſcane.

Cette Colomne a 2 modules par le bas & un module 7 parties par le haut, parce qu'elle va en diminuant depuis en bas juſqu'en haut, & que cette diminution eſt de 2 parties & demi de chaque côté.

La baſe de la Colomne a 12 parties, dont il y en a 6 pour la Plinthe, 5 pour le Tore & une pour l'Anneau, la ſaillie de la Plinthe & du Tore eſt de 4 parties & demi de chaque côté, celle de l'Anneau n'eſt que d'une partie & demi, à l'égard de l'Anneau & de l'Aſtragale qui ſont au ſommet du fuſt de la Colomne, la hauteur du premier eſt d'une demi partie, celle du ſecond d'une partie, la ſaillie de ce dernier eſt d'une partie & demi de chaque côté.

La hauteur du Chapiteau étant de 12 parties comme celle de la Baſe, le Gorgerin en a 4, l'Anneau une, l'Ove 3, l'Abaque 3, & le Reglet une; la largeur du Gorgerin eſt d'un module 7 parties, & par conſequent n'a point de ſaillie au-deſſus du ſommet de la Colomne, toute la largeur de l'Abaque eſt de 2 modules 5 parties, ainſi ſa ſaillie eſt de 5 parties de chaque côté en y comprenant celle de ſon Reglet qui eſt au-deſſus, la ſaillie de l'Anneau eſt d'une partie de chaque côté.

PLANCH. 41. FIG. 1.

Entablement Toſcan.

La hauteur de l'Entablement étant comme on l'a dit de 3 modules & demi, ou de 42 parties, l'Architrave doit en avoir 12 en y comprenant ſa hauteur du Reglet qui en a 2, la Friſe 14, la Corniche qui comprend le Talon, le Larmier & l'Ove avec les Filets qui les accompagnent en a 16 parties, dont le Talon en a 4, le Filet au-deſſus une demie, le Larmier 6, le Filet au-deſſus une demie, l'Aſtragale qui eſt au-deſſous de l'Ove une, & l'Ove 4, la Friſe & l'Architrave n'ont point de ſaillies, l'un & l'autre devant répondre au vif du haut de la Colomne, toute la ſaillie de la Corniche eſt de 18 parties, chaque membre particulier a autant de ſaillie que de hauteur, excepté le Larmier dont la ſaillie eſt de 9 parties, (en y comprenant le

le Filet qui eſt au-deſſous, quoique ſa hauteur ne ſoit que de 6, & pour juger de l'effet que font toutes ces ſaillies, il ſuffira de conſiderer le deſſein où les proportions de toutes les parties ſont exactement marquées. L'on creuſe ordinairement dans le Larmier un Canal que les Ouvriers apellent *Mouchette pendante*; ce Canal ſe pratique afin de rendre l'ouvrage plus leger, & pour empêcher que l'eau n'aille couler ſur la Friſe.

Quand on employe l'ordre Toſcan aux Portes des Villes ou à celles de quelques Edifices militaires, on peut pour leur donner plus de majeſté, revêtir les Colomnes de Boſſages ou de Ceintures & de Bandes, pourvû qu'elles ſoient ruſtiques & ſans ſculpture; ce ruſtique ſe fait pointillé également, ou en tortillis comme les pierres mangées & moulinées par la Lune, ce qui peut être apellé *Ruſtique vermiculé*; cependant comme ces Boſſages augmentent le module de la Colomne, & la rendent plus courteq u'elle ne ſeroit ſi elle étoit toute unie, il eſt à propos de lui donner pour hauteur un peu plus des 7 diamêtres.

Si l'on vouloit ſe ſervir de l'ordre Toſcan ſans Piédeſtal, il faudroit diviſer la hauteur donnée en 5 parties égales, dont il y en aura 4 pour la hauteur de la Colomne y compris ſa Baſe & ſon Chapiteau, & pour la hauteur de l'entablement, une. Or ſi l'on diviſe enſuite la hauteur de la Colomne, c'eſt-à-dire les quatre cinquiémes de la hauteur qu'on veut donner à l'Ordonnance en 14 parties égales, une de ces parties ſervira de module: ainſi le Fuſt de la Colomne aura comme cy-devant 12 modules, la Baſe & le Chapiteau chacun un; & comme le quart de 14 eſt 3 & demi, il s'enſuit que l'Entablement aura encore 3 modules & demi de hauteur & que toute l'Ordonnance en aura 17 & demi.

Mr de Chambray en parlant de l'ordre Toſcan, dit que ſa Colomne ſans aucun Architrave, eſt la ſeule piece qui mérite d'être miſe en œuvre, & qui peut rendre cet ordre recommandable; il fait enſuite la deſcription de la Colomne *Trajane*, dont il remarque l'excellence, & qu'il croit avoir ſervi de regle à la Colomne *Antonine*, & à une autre qui fut élevée dans Conſtantinople à l'honneur de l'Empereur Theodoſe; pour cette derniere elle eſt des plus belles, non-ſeulement parce qu'elle eſt bien proportionnée, mais par l'ouvrage en bas relief dont elle eſt entourée depuis le bas juſqu'en haut, où l'on voit la deſcription du triomphe de cet Empereur après avoir vaincu les Scites. J'en ai une Eſtampe qui a bien 25 pieds de longueur ſur 2 de hauteur, gravée ſur le deſſein d'un R. P. Jeſuite qui l'a fait à Conſtantinople d'après l'original. Cependant ſelon Felibien,

il y a apparence que la Colomne Trajane n'eſt pas la premiere que l'on a dreſſé à l'honneur des grands hommes, puiſqu'il n'y a pas long-tems que l'on voyoit à Rome une petite Colomne Toſcane ſur laquelle étoit la figure d'un Corbeau avec ce mot au deſſous (*Corvin*) qui marque ſelon toute aparence que cette Colomne fut élevée à Valerius Maximus, après l'action qu'il fit à la vûë de l'Armée des Gaulois & de celle des Romains, où il accepta le déffi d'un géant qui ſortit de l'Armée ennemie, qu'il combatit & vainquit avec le ſecours d'un Corbeau qui vint ſe placer ſur ſa tête, ce qui lui fit prendre enſuite le ſurnom de Corvinus, & comme ſuivant l'Hiſtoire Romaine nouvellement miſe au jour par les R. R. P. P. *Catrou* & *Roüillé*, de la Compagnie de Jeſus, cette action mémorable eſt arrivée l'an 404. de la Fondation de Rome, l'on voit combien cette colomne eſt plus ancienne que la Trajane.

Voyez l'Hiſtoire citée To. 4. p. 232.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

De l'Ordre Dorique.

LA hauteur de toute la Colomne de cet ordre y compris la Baſe & le Chapiteau, ſelon Vignole, eſt de 16 modules, dont il y en a un tiers, c'eſt-à-dire 5 modules 4 parties pour le Piédeſtal, un quart pour la hauteur de l'entablement qui ſera par conſéquent de 4 modules, & le module eſt encore diviſé en 12 parties comme pour l'ordre Toſcan.

Piédeſtal Dorique.

PLANCH. 40. FIG. 2. La hauteur du Piédeſtal étant de 5 modules 4 parties, on en donne 10 à la Baſe & 6 à la Corniche; ainſi le Dé ou Tronc ſe trouve de 4 modules de hauteur.

Des 10 parties de la baſe on en donne 4 au Socle, deux & demi à la Plinthe, 2 au Talon renverſé, une à l'Aſtragale & une & demi au Filet.

La ſaillie du Socle eſt de 4 parties & demi, celle de la Plinthe de 4, celle du Talon renverſé de 3 & demi, celle de l'Aſtragale de 2, & celle du Filet, d'une, & la largeur du Dé ſe trouve de 2 modules 10 parties.

Des 6 parties qui compoſent la hauteur de la Corniche, on en donne 1 & demi au Talon, 2 & demi à la Goûtiere, une demie au Filet, une à l'Ove & une demie au Reglet.

La ſaillie de la Corniche eſt égale à ſa hauteur; c'eſt-à-dire qu'elle eſt de 16 parties, dont il y en a 1 & demi pour celle du Talon, 4 pour celle de la Goûtiere, & 6 pour celle du Reglet & de l'Ove qui eſt au-deſſous.

Colomne Dorique.

De 16 modules que l'on donne à la hauteur de la Colomne, il y en a une pour la Baſe & une autre pour le Chapiteau; ainſi il reſte 14 modules pour le Fuſt: & la diminution de cette Colomne par le haut eſt de 4 parties, deux d'un côté & deux de l'autre, par conſequent le vif de cette Colomne eſt d'un module 8 parties.

La Baſe étant de 12 parties, on en donne 6 à la Plinthe, 4 au Tore, une à l'Aſtragale & une au Reglet ou Anneau, ſurquoi il faut remarquer qu'il n'y a que dans l'ordre Toſcan & le Dorique, où le Filet fait partie de la Baſe; car dans les trois ordres ſuivans il apartient au Fuſt de la Colomne.

La largeur de la Plinthe auſſi-bien que celle du Tore eſt de 2 modules 10 parties, parce que ces deux membres n'ont point de ſaillie au-deſſus du Dé du Piédeſtal; mais celle de l'Aſtragale eſt de 2 parties 3 quarts au-deſſus de la Colomne, & celle du Filet 2.

Ayant compris dans la hauteur du Tronc de la Colomne, l'Aſtragale & le Filet qui ſe trouvent au ſommet: on doit dans cet ordre auſſi-bien qu'au Toſcan ſeparer ces deux moulures du Chapiteau; ainſi il ſuffira de dire que le Filet eſt d'une & demi partie, & l'Aſtragale d'une, & que la ſaillie de l'Aſtragale eſt de 2 partie & celle du Filet d'une & demi. PLANCH. 41. FIG. 2.

La Colomne commence à diminuer au tiers de ſa hauteur, ou même dès le pied, auquel cas on lui donne 2 modules & 2 parties pour le diamêtre qui répond au tiers de la hauteur, afin de la faire renfler d'une partie de chaque côté; nous parlerons dans la ſuite de la maniere que ſe trace la diminution & le renflement.

De 12 parties que le Chapiteau a de hauteur, on en donne 4 au Gorgerin & une demi à chacun des trois Reglets ou Anneaux qui ſont immédiatement après, 2 & demi à l'Ove qui eſt au-deſſus, 2 & demi à la Goûtiere de l'Abaque, une au Talon & une demi au Reglet.

La ſaillie du Reglet de l'Abaque a 5 parties & demi de chaque côté, ainſi toute ſa largeur ſera de 2 modules 7 parties; la ſaillie des 3 Reglets eſt d'une partie, celle de l'Ove eſt égale à ſa propre hauteur, celle de la Goûtiere eſt de 4 parties, & la largeur du Gorgerin eſt égale à celle du haut de la Colomne.

Le Reglet, le Talon & la Goûtiere de l'Abaque doivent être quarrés dans tous les ordres, & les autres membres arrondis comme le Fuſt de la Colomne.

Quand on veut embelir cet ordre & lui donner plus de délicateſſe, il ſaut canneler les Colomnes de 20 canelures à vive arrête; c'eſt-à-dire par des canelures qui ne ſoient point ſeparées avec des Reglets de la maniere que nous l'expliquerons plus particulierement dans la ſuite, on peut auſſi tailler des Roſes ou Fleurs, ou même des Feüilles dans le Gorgerin & pour donner plus de grace, au lieu de faire 3 Filets au haut du Gorgerin, n'en faire qu'un & changer les deux autres en un Aſtragale retaillé d'olives & de patenottes, & refendre l'Ove de 20 œufs qui doivent répondre à plomb ſur les arrêtes des canelures, les Olives de l'Aſtragale doivent auſſi être au nombre de 20 & répondre juſtement ſous les œufs de l'Ove.

Entablement Dorique.

La hauteur de l'Entablement étant de 4 modules ou de 48 parties, l'on en donne 12 à l'Architrave, 18 à la Friſe & 18 à la Corniche; & comme cet Entablement eſt orné de pluſieurs petites parties qui demandent d'être bien détaillées pour être executé avec préciſion, nous allons faire enſorte de ne rien négliger.

Les Goutes au-deſſous des Trigliphes ſont toûjours au nombre de 6, diſpoſées de façon que leur intervale en occupe la largeur, ces Goutes ſont faites en formes de Clochettes, leur ſaillie eſt égale à leur hauteur, l'un & l'autre étant d'une partie & demi, ſont couronnées par un Filet qui a pour hauteur une demi partie, au-deſſus duquel eſt un Reglet de 2 parties, & dont la ſaillie eſt d'une partie.

Les Trigliphes ſont élevées dans la Friſe de toute ſa hauteur, & ont par conſequent 18 parties, leur largeur eſt de 12 parties, ils ſont refendus de 2 Canaux, qui ont chacun 2 parties ſeparées par 3 Arêtes, qui ont auſſi 2 parties de largeur & une de ſaillie, accompagné par chaque côté d'un demi canal, le creux des canaux eſt en angle droit, leur hauteur eſt de 16 parties. J'ajoûterai que la diſtance d'un Trigliphe à l'autre, eſt ordinairement égale à la hauteur de la Friſe, c'eſt-à-dire de 18 parties; cet eſpace que l'on nomme *Metope*, eſt orné quelquefois par des noms en chifres, ou par quelque autre deſſein fait à fantaiſie; mais qui doivent être ſimples.

De 18 parties que comprend la Corniche, il y en a 2 pour le Reglet qui ſert de Chapiteau aux Trigliphes, 2 pour le Talon, un

demi pour le Filet qui eſt au-deſſus, 3 pour la Bandelette qui eſt refenduë par des Denticules, au-deſſus deſquelles eſt une petite Ove d'une demi partie : la largeur des Denticules eſt de 2 parties, leur intervale d'une partie & demi, la Goûtiere de 4, le Talon de 2 & demi, le Filet d'une demie, le Cavet de 3, & le Reglet d'une partie.

Toute la ſaillie de la Corniche eſt de 2 modules ou de 24 parties ; ſurquoi la Bandelette des Denticules en a 6, le Larmier 14, faiſant attention que les Denticules ſont quarrées par le bas, ayant autant de ſaillie que de largeur ; à l'égard des ſaillies des autres moulures, elles ſont égales à leur hauteur, comme on le voit marqué dans le deſſein.

L'on taille ordinairement le Plafond de la Goûtiere, pour y pratiquer un Canal & des Goûtes, afin de l'orner & de le rendre plus leger.

Vitruve ne met point de difference entre le Chapiteau Dorique & le Toſcan en ce qui regarde les meſures, il ſe contente ſeulement d'y ajoûter quelques ornemens pour le rendre moins nud ; mais Vignole & tous les autres Architectes qui ſont venus après, n'ont point ſuivi cette conformité, & ont tous donné au Chapiteau Dorique, à peu-près les mêmes proportions que nous avons raporté ici.

Vignole a tiré du Théâtre de Marcellus le deſſein de l'ordre Dorique que nous venons de donner pour exemple, ſurquoi Mr d'Aviler remarque que Vitruve n'a point été l'Architecte de ce monument comme pluſieurs l'ont prétendu, parce que cet Auteur étoit contemporain d'Auguſte, dont il étoit l'Ingenieur, d'ailleurs il eſt à préſumer que s'il y avoit eû part, il en auroit fait mention dans ſon Livre ; mais ceci eſt de peu d'importance, on remarquera ſeulement que Vignole ne s'eſt pas attaché abſolument à ſuivre les proportions du Théâtre de Marcellus, parce que s'étant aperçû que les membres de chaque parties n'étoient pas aſſés bien proportionnez entre eux, il a fait les changemens qu'il a jugé les plus neceſſaires, par exemple ayant trouvé que la Corniche n'étoit pas aſſés élevée, il a ajoûté quelques moulures au-deſſous du Larmier, & par là, la hauteur de la Corniche ſe trouve égale à celle de la Friſe, ce qui lui donne plus de grace & de dégagement, d'ailleurs la platebande qui ſert ici de Chapiteau aux Trigliphes, fait partie de la Corniche, & non pas de la Friſe, ce qui eſt tout le contraire dans les deſſeins que nous avons de ce Théâtre.

Vignole raporte encore un autre Entablement de l'ordre Dorique, qu'il a tiré à Rome de pluſieurs fragmens antiques &

l'on peut voir ſur la Planche 48. qu'il eſt peu different de celui dont nous venons de parler ; tout ce qu'on y trouve de plus remarquable, c'eſt qu'on n'y voit point de Denticules.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

De l'Ordre Ionique.

AYANT fait remarquer dans le ſecond Chapitre, que les Trigliphes étoient des membres qui apartenoient particulierement à l'ordre Dorique & qui ſervoient à le faire reconnoître entre les autres ; de même que les Volutes du Chapiteau Ionique, étoient affectés à cet ordre, ce qui ſert à le diſtinguer auſſi des autres : j'ajoûterai ici que les Volutes ont été regardées par les anciens comme exprimant les coëffures des anciennes Dames de la Grece, & que les canelures des Colomnes avoient été faites à l'imitation des plis de leurs robes. Il y a des Auteurs qui ne ſont point de ce ſentiment, & qui veulent que les Volutes ayent été faites pour repreſenter les pentes roulées des couſinets que l'on feignoit avoir mis ſur la tête des *Cariatides*, pour leur donner moins de peine à porter le poids des Architraves ; mais ce qu'il y a de certain, c'eſt que l'ordre Ionique a toûjours été regardé des Grecs & des Romains, comme étant le ſimbole du beau ſexe.

Piédeſtal Ionique.

PLANCH. 40. FIG. 3. La hauteur du Piédeſtal qui eſt de 6 modules ſe partage, enſorte que la Baſe ait un demi module & la Corniche autant, ainſi il reſte 5 modules pour la hauteur du Dé.

La Baſe eſt compoſée d'une Plinthe de 4 parties, d'un Filet de deux tiers, d'une Doucine de 3 parties & d'une Aſtragale d'une partie & un tiers.

La ſaillie de la Plinthe eſt de 8 parties, celle du Filet de 7, & celle du centre de l'Aſtragale de 6.

La largeur du Dé doit être de 2 modules 14 parties, ſes moulures ſont les Reglets du deſſous & du deſſus avec leurs Chamfrains qui ont chacun une partie, la ſaillie du Reglet d'enbas, eſt d'une partie, & celle d'enhaut de deux.

Les moulures de la Corniche ſont l'Aſtragale, qui a une partie, l'Ove en a 3, la Goûtiere auſſi 3, le Talon 1 & un tiers, & le Reglet 2 tiers ſeulement, la ſaillie de toute la Corniche eſt de 10 parties, celle de la Goûtiere de 8, & celle du haut de l'Ove 5.

Colomne Ionique.

La Baſe de la Colomne a pour hauteur un module, elle eſt compoſée de la Plinthe qui a 6 parties, de l'Orle ou Anneau qui n'a qu'un quart, de la Scotie qui a 2 parties, d'un autre Anneau d'un quart, enſuite ſont 2 Aſtragales immédiatement l'un ſur l'autre qui ont chacun une partie, au-deſſus eſt encore un Orlet d'un quart de partie, & une Scotie de 2 parties, un Filet d'un quart, le tout terminé par un Tore de 5 parties.

Toute la ſaillie de la Baſe eſt de 7 parties de chaque côté afin que la largeur ou le front de la Plinthe ſoit le même que le front du Piédeſtal que nous avons dit cy-devant être de 2 modules 14 parties, la ſaillie de l'Orle qui eſt ſur la Plinthe eſt de 6 parties & demi, celle des 2 Aſtragales & du Tore de 5, & celle du Reglet qui eſt ſous le Tore de 2 & demi.

La hauteur du Fuſt de la Colomne eſt de 16 modules 6 parties, le Reglet ou Orle de deſſous avec ſon Conge ou Cavet 1 partie & demi, le Tronc de la Colomne 16 modules & une partie & demi, l'Orle de deſſus avec ſon Conge 1 partie & l'Aſtragale 2 parties. PLANCH. 41. FIG. 3.

La ſaillie des Orles avec les Chamfrains, eſt de 2 parties, & celle de l'Aſtragale de 3 : la largeur de la Colomne par le bas eſt de 2 modules qui ſe conduit également juſqu'au tiers de la hauteur, d'où elle eſt inſenſiblement diminuée juſques ſous l'Orle de deſſus, où ſa largeur eſt reduite à un module & 12 parties, afin que la diminution ſoit de 3 parties de chaque côté.

Si l'on veut canneler les Colomnes Ioniques, il faut premierement faire le plan du Fuſt à l'endroit de la baſe, c'eſt-à-dire qu'on tracera un cercle dont le diamêtre ſera de 2 modules, enſuite on en diviſera la circonference en 24 parties égales, tel que *AB* qu'il faut partager chacune en 5 autres parties, aux points 1, 2, 3 & 4, & l'une de ces parties comme *C*, marque l'épaiſſeur des côtés ou liſtels des Cannelures, & les autres 4, comme *A* 4 ou *BD*, déterminent le creux ou le fond qui ſe foüille dans le vif de la Colomne en forme d'un demi cercle, qui auroit pour diamêtre l'intervale *A* 4 ou *BD*; ſes moulures ſont conduites depuis le pied de la FIG. 6.

Colomne juſqu'au deſſous de l'Orle ſuperieur, enſorte que les lignes montantes ſuivent toûjours entre elles le contour de la diminution de la Colomne, pour s'aprocher avec la même proportion; ainſi la Colomne ſe trouve cannelée agréablement, & ſuivant les regles de la bonne Architecture, avec 24 creux & autant de cannelures qui ſeront chacune égale au quart de la largeur du creux, quoi qu'elles puiſſent être quelquefois plus grandes, enſorte neanmoins qu'elles ne paſſent jamais au-deſſus du tiers, & jamais au-deſſous du cinquiéme du même creux, qui ſont les termes que les anciens ſe ſont preſcrits dans leur cannelures.

Chapiteau Ionique.

FIG. 3. & 8. La hauteur du Chapiteau ſe fait de 12 parties, non compris la pente des Volutes, ſes moulures ſont l'Ove qui a 5 parties la Platte-Bande des Couſſinets des Volutes 3, la Bandelette ou Bordure 1, la Cimaiſe ou Talon de l'Abaque 2, & la regle de l'Abaque 1.

Toute la ſaillie de l'Ove eſt de 7 parties, celle de l'Abaque en a 5, celle des bordures des Volutes 4 & demi, & celle du fond ou creux de la Platte-Bande du Couſſinet des Volutes ſur l'Ove 6 & demi.

La perpendiculaire ou catete *CD* de l'œil des Volutes, paſſe par le milieu *AB* de toute la ſaillie de l'Abaque : ſa largeur *FD* ſous l'Abaque eſt de 16 parties, & le centre *E* de l'œil ſe prend ſur la 9e. enſorte qu'il y a 9 parties de *F* en *E* & 7 de *E* en *D*. On verra par la ſuite comme on trouve dans l'œil de la Volute, les centres qui ſervent à la former, auſſi-bien que ceux qui donnent les Arcs de la bordure ou Volute interieure.

Toute la face ou largeur de l'Abaque eſt de 2 modules 4 parties, celle des Volutes par devant & par derriere, eſt de 2 modules 11 parties, comme on le peut voir dans la figure 8 de la Planche 40, qui répreſente tout le Chapiteau vu par le deſſous : la largeur de la face des côtés du Chapiteau eſt d'un module 17 parties, la largeur de la Ceinture qui eſt entre les Baluſtres, ou qui attache le Couſſinet des Volutes ſur les côtés eſt de 6 parties, avec un Filet de part & d'autre de 1 partie, elle prend ſon origine ſous le Talon de l'Abaque, d'où elle deſcend inſenſiblement ſur la partie de l'Ove, qu'elle embraſſe de là avec un contour agreable, juſques ſur l'Orle ſuperieur du Fuſt de la Colomne, d'où enfin elle remonte en s'arrondiſſant en dedans ſur l'Aſtragale, pour ſe venir perdre au-deſſous de l'Ove, les extrémités des Baluſtres ſont enfermées d'un Ruban

ban ou Orle, qui a pour largeur 2 parties, enfin on taille des œufs dans l'Ove qui répondent au vif des Canelures. Tout ceci s'entendra parfaitement si l'on considere les desseins qui sont relatifs à ce discours.

Scamozzy fait le Chapiteau Ionique different de celui de Vignole, comme on en peut juger par la figure 7e. de la 41e. Planche & la 9e. de la 40e. Ce Chapiteau a fort bonne grace & paroît aprouvé des meilleurs Architectes, & afin d'être mieux instruit des particularités qui lui apartiennent essentiellement; voici l'explication qu'en donne Scamozzy lui-même dans le Chapitre 23 du 6e. Livre *de son idee generale d'Architecture*, où après avoir décrit le Chapiteau Ionique ordinaire, il continuë en ces termes.

„ Il faut à présent, dit-il, expliquer un autre Chapiteau Ionique „ de nôtre invention imité de l'antique & de Vitruve en partie, qui „ est different des autres qui ont été faits jusqu'à present, en ce que „ l'Abaque est dégagé par dessous, que les Volutes sont Angulaires, „ que les 4 faces en sont égales, & qu'il a beaucoup de raport à la „ partie superieure du Chapiteau Corinthien, il est si regulier en „ ses parties & réüssit avec tant de grace, qu'il a été mis en œuvre „ à la plûpart des Bâtimens que nous avons fait.

„ Son Plan quarré a un module & un tiers à chaque face, il y „ faut tracer des lignes diamêtrales & d'autres diagonales qui se croi- „ sent & qui se divisent en 8 parties égales : du centre on décrit la „ circonference du diamêtre superieur & celle du Listeau & de „ l'Astragale.

„ Ensuite sur chaque diagonale il faut tracer à l'équerre une ligne „ distante du centre d'un module moins un huitiéme, ainsi la diagona- „ le reste en tout longue d'un module 3 quarts : cette ligne à chacune „ des extrêmités des diagonales, fait les cornes de l'Abaque qui ont „ 2 parties trois quarts de largeur, les 8 angles touchent les 4 côtés „ du quarré, & sur un des côtés d'un des points qui le touche, il „ faut prendre la Base d'un triangle équilateral & de son sommet, „ tracer la ligne courbe de la face de l'Abaque, la profondeur de „ cette courbe sera de 2 douziéme & demi de module, de sorte „ que d'une courbure à l'autre, il y aura un module & un douziéme „ comme nous avons dit ci-devant, ce qui peut encore servir pour „ faire l'Abaque quarré.

„ Au milieu de chaque face de l'Abaque, il faut mettre une „ Fleur large d'un cinquiéme de module ou de 3 parties, de 2 cin- „ quiémes des 18, depuis l'extrêmité de l'Astragale jusqu'à celle de la „ corne de l'Abaque, il y aura 7 parties delargeur, le dessous des

„ Volutes eſt de 2 parties & 3 quarts vers le devant, & elles s'élar-
„ giſſent en dedans, & s'éloignent de l'Ove & entrent deſſous l'Aba-
„ que ; ſous les Fleurs regne l'Ove qui ſaille à chaque face de demi
„ partie plus que la courbure de l'Abaque, ce qui eſt pour le Plan.

„ La hauteur de ce Chapiteau avec ſes Volutes eſt de 9 parties
„ & 5 huitiémes des 18 du bas de la Colomne, nous nous ſervons
„ de ces meſures pour faire la diviſion & donner les hauteurs des
„ parties. L'Abaque a de front un module & un tiers, ſa hauteur
„ eſt d'une partie & de 5 huitiémes, qui comprennent le Filet & le
„ Talon qui a une partie de ſaillie égale à ſa hauteur, ſous l'Aba-
„ que le Liſteau & la Volute a une partie, & le membre creux de
„ la Volute qui poſe ſur l'Ove une partie & demi.

„ L'Ove a 2 parties de ce membre creuſé qui eſt à la Volute &
„ finit ſur l'Aſtragale qui détermine le haut du Fuſt de la Colomne,
„ il y a un module & un neuviéme de diamêtre, l'Aſtragale a une
„ partie de hauteur & répond à l'œil de la Volute, & le Liſteau au-
„ deſſous a 2 cinquiémes de cette partie, & ſes membres doivent
„ être toûjours dégagés des Volutes qui pendent plus bas que le
„ Liſteau de 2 parties 2 cinquiémes.

„ Les Volutes depuis le deſſous de l'Abaque ont 8 parties de haut ;
„ 7 de large, & leur épaiſſeur ſous la corne de l'Abaque eſt de 2
„ parties 3 quarts, elles commencent à côté de la Fleur ſur l'Ove &
„ ſe vont courber ſous la corne de l'Abaque, l'œil de la Volute qui
„ eſt d'une partie doit être de niveau avec l'Aſtragale ; dans le milieu
„ de l'œil on fait un quarré plus petit de moitié que le diamêtre &
„ parallele aux lignes croiſées : les diagonales de ce quarré ſe divi-
„ ſent en 6 parties égales qui font en tout 12 centres pour les tours
„ de la Volute, il faut prendre garde que les centres Angulaires
„ ſont éloignés entr'eux d'une demi partie, ceux des lignes du quarré
„ d'un tiers de partie, & ainſi la Volute diminuë dans les trois tours
„ de ſes 12 quartiers.

„ Il y a 4 parties & demi depuis le centre de l'œil juſques ſous
„ l'Abaque, & 4 depuis le centre juſqu'au dehors de la Volute qui
„ eſt à plomb ſous la face de la corne de l'Abaque, il y en a 3 & de-
„ mi de ce même centre juſqu'au bas de la Volute ; ainſi elle di-
„ minue de 2 parties dans le premier tour ; c'eſt-à-dire une demi
„ partie pour chaque quartier, & dans le tour elle diminuë de 2
„ tiers de parties ; c'eſt-à-dire d'un ſixiéme pour chaque quartier,
„ de ſorte que c'eſt 4 parties pour les trois tours qui ſont dans l'eſ-
„ pace contenu depuis le deſſous de l'Abaque juſques ſur l'œil.

Entablement Ionique.

La hauteur de l'Architrave ſe fait d'un module 4 parties & demi, on donne 4 parties & demi à la premiere Plate-Bande, 6 à la ſeconde, 7 & demi à la troiſiéme, 3 au Talon, & une & demi à la Regle.

La premiere Bande répond au vif de la Colomne, la ſaillie de chacune des 2 autres eſt d'une partie, la Regle & le Talon en ont cinq. PLANCH. 41. FIG. 3.

La Friſe a pour hauteur un module & demi, elle ſe fait à plomb & répond au vif du haut de la Colomne, de même que la premiere Platte-Bande, l'on peut y entailler des ornemens compoſés de Figures, de Fleurs ou de Feüilles.

La hauteur de la Corniche eſt d'un module 13 parties & demi, ſes moulures ſont compoſées d'abord d'un Talon qui a 4 parties, de la Regle qui en a 1, de la Bandelette des Denticules qui en a 6, d'un Filet qui a une demi partie, d'un Aſtragale d'une partie, de l'Ove qui en a 4, du Larmier qui en a 6, d'un Talon au-deſſus qui en a 2, d'un Filet qui en a une demie, de la Doucine qui a 5 parties, & de la Regle qui en a 1 & demi.

Toute la ſaillie de la Corniche eſt de 31 parties, celle de la Regle eſt de 5, ſurquoi il faut en ajoûter 4 pour la ſaillie des Denticules, 4 & demi pour celle de l'Ove, 10 pour celle de la Goûtiere, 2 & demi pour le Filet, & 5 pour la ſaillie de la Regle.

La hauteur des Denticules ſe fait de 6 parties, leur largeur de 4 ſur autant de ſaillie, & eſpacées de 2 parties: ſur le haut du vuide de ces intervales, on laiſſe en dedans une Regle qui a pour hauteur une partie & demi.

Quand on foüille des Feüillages ſur le Talon des Cimaiſes, des œuf dans l'Ove & des grains d'Olive ou de Patenotes dans les Aſtragales, on le doit faire de maniere que les Olives répondent à plomb ſous les œufs, & les œufs ſous les Denticules, auſſi-bien que les Tiges des Feüillages de la Cimaiſe.

Maniere de tracer la Volute Ionique.

Pluſieurs ſçavans Architectes ont cherché des méthodes pour tracer la Volute Ionique afin de lui donner cette forme agréable qu'on remarque dans les Chapiteaux antiques; car l'on a ignoré juſqu'ici de quelle maniere les anciens s'y ſont pris, ne nous étant reſté que les écrits de Vitruve qui ne ſatisfont point aſſez, ce qui a été cauſe

qu'on a regardé long-tems la deſcription de la Volute, comme un Problême fort interreſſant. Vignole en donne deux ſolutions differentes dont la pratique eſt aiſée, mais peu exactes; ainſi que pluſieurs autres dont je ne ferai pas mention.

Le plus ſûr moyen d'inſtruire un lecteur à peu de frais, étant de lui mettre d'abord ſous les yeux ce qu'il y a de meilleur, je me contenterai de raporter ſeulement la Volute *de Goldman*, qui eſt la plus eſtimée de toutes celles qu'on a imaginées juſqu'ici, parce qu'elle ſe décrit Géometriquement, auſſi-bien que le Liſtel ou la Volute interieure.

PLANCH. 42. FIG. 5. Supoſant qu'on a déterminé la grandeur du module qui doit ſervir à regler l'Ordonnance Ionique, on le diviſera comme je l'ai déja dit en 18 parties égales, on tirera une ligne *AB*, à laquelle on donnera 16 de ces parties, ou ſi l'on veut un module moins 2 parties, enſuite on déterminera dans cette ligne le point *E*, enſorte qu'il ſoit éloigné de 9 parties de l'extrêmité *A*, & de 7 de l'extrêmité *B*. Ce point ſera le centre de l'œil de la Volute, & pour avoir cet œil, on décrira un Cercle qui aura pour centre le point *E*, & pour rayon une partie, alors le diamêtre *CD*, ſera de 2 parties, la ligne *CA* de 8, & la ligne *BD* de 6, ainſi que le preſcrit Vignole.

Cela poſé il faut diviſer les demi-diamêtres *EC* & *ED*, en 2 également aux points 1 & 4, & ſur la ligne 1. 4, qui ſera égale au rayon, faire le quarré 1. 2. 3. 4, dont le côté 2 & 3 touchera la circonference du Cercle, on tirera les lignes *E* 2 & *E* 3, & l'on diviſera la Baſe 1. 4. en 6 parties égales, afin d'avoir les points 5. 9. 12. 8. Après quoi ſur la ligne 5. 8. on fera le quarré 5. 6. 7. 8, & ſur la ligne 9. 12, le quarré 9. 10. 11. 12, alors on aura 3 quarrés par conſéquent 12 angles droits qui donneront 12 centres dont nous nous ſervirons après avoir prolongé les côtés des quarrés indefiniment dans le ſens qu'on le voit ici.

Pour tracer le contour de la Volute, il faut du centre 1 & de l'intervale 1 *A*, décrire le quart de Cercle *AF*, du centre 2 & de l'intervale 2 *F*, le quart de Cercle *FL*, du centre 3 & de l'intervale 3 *L*, le quart de Cercle *LO*, du centre 4, & de l'intervale 4. *O*, le quart de Cercle *OQ*, du centre 5 & de l'intervale 5 *Q*, le quart de Cercle *QG*, du centre 6 & de l'intervale 6 *G*, le quart de Cercle *GI*, du centre 7 & de l'intervale 7 *I*, le quart de Cercle *IN*, du centre 8 & de l'intervale 8 *N*, le quart de Cercle *NR*, du centre 9 & de l'intervale 9 *R*, le quart de Cercle *RH*, du centre 10 & de l'intervale 10 *H*, le quart de cercle *HK*, du centre 11 & de l'intervale 11 *K*, le quart de Cercle *KM*; enfin du

centre 12. & de l'intervale 12 *M*, l'Arc *MS* qui aille rencontrer la circonference de l'œil de la Volute.

Pour décrire le contour interieur, il faut prendre la ligne *AP*, égale à une partie de module, enſuite chercher aux lignes *CA*, *CP*, *Ej*, une 4e proportionnelle qui ſera aiſée à trouver; car comme la ligne *CP*, eſt les ſept huitiémes de la ligne *CA*, celle que l'on cherche doit être auſſi les ſept huitiémes de la ligne *Ej*, afin que les antecedans ayent même raport à leurs conſéquents. Cela poſé ſi l'on conſidere le quarré 1. 2. 3. 4. de la 4e Figute que j'ai détaché de la Volute pour l'exprimer plus en grand, l'on y verra la ligne *Ej*, qui eſt ſupoſée égale aux ſept huitiémes de la ligne *E* 1. Or ſi de l'autre côté du point *E*, on prend la partie *E m*, égale à *Ej*, on aura la ligne *jm*, qu'il faut diviſer en 6 parties égales, comme l'on a fait pour la ligne 1. 4, & faire ſur les Baſes *jm*, *eh*, & *ab*, les quarrés *iklm*, *efgh*, *acdb*, dont les 12 angles droits donneront encore 12 nouveaux centres, qui ſerviront à tracer la Volute interieure que l'on voit ponctuée ſur la figure. Car ſi l'on ſupoſe pour un inſtant que les quarrés dont je viens de faire mention, ſoient placés ſur le diamêtre de l'œil de la Volute, on commencera par décrire un quart de Cercle qui aura pour centre le point *j*, & pour rayon l'intervale *ip*, & alors ce quart de Cercle ira ſe terminer ſur le prolongement du côté *jk*, comme on l'a fait en premier lieu, enſuite du point *k*, qui ſervira de ſecond centre, on décrira un autre quart de Cercle qui aura pour rayon l'intervale du point *k*, à l'endroit où le premier quart de Cercle aura été ſe terminer ſur le prolongement de *jk*, & l'on continuera de ſuite à décrire tous les autres contours de la même maniere que l'on a fait pour la premiere Volute, puiſque la conſtruction eſt la même, la ſeule difference eſt que les quarrés qui donnent les centres de l'une, ſont plus grands que ceux qui donnent les centres de l'autre, & il ſuffira pour avoir une parfaite intelligence de tout ceci, de prendre un compas & lui faire faire tous les mouvemens dont je viens de parler.

CHAPITRE SIXIE'ME.

De l'Ordre Corinthien.

NOUS mettons ici l'ordre Corinthien devant le Compoſite, comme s'il étoit inferieur à ce dernier; mais c'eſt pour nous conformer à Vignole, autrement il ſeroit plus naturel de mettre

le Compoſite immédiatement après l'Ionique, comme ont fait Scamozzy & Mr de Chambray, qui ont regardé avec raiſon le Corinthien comme le plus parfait & le plus délicat.

Vignole donne 20 modules de hauteur à la Colomne de l'ordre compoſé en y comprenant ſa Baſe & ſon Chapiteau, il diviſe encore le module en 18 parties comme dans l'ordre précédent, & ſuit à peu-près les mêmes proportions pour l'Entablement & le Piédeſtal; c'eſt-à-dire, qu'il donne à l'entablement 5 modules de hauteur qui eſt préciſement le quart de la Colomne; mais au lieu de prendre le tiers de cette même hauteur pour le Piédeſtal qui devroit être ici de 6 modules & 12 parties, il le fait un tant ſoit peu plus élevé, lui donnant 7 modules, par conſéquent 6 parties de plus qu'il ne devroit avoir, ſans doute qu'il en a uſé ainſi pour faire paroître cet ordre encore plus délicat & rendre la proportion du Piédeſtal plus agréable, en faiſant que la hauteur du Dé ſoit double de ſa largeur, comme on le va voir.

PLANCH. 40. FIG. 2.

Piédeſtal Corinthien.

La hauteur du Piédeſtal ſe faiſant de 7 modules, on donne 12 parties pour la Baſe, & 14 pour la Corniche, ainſi il reſte 5 modules 10 parties pour la hauteur du Dé, & comme la largeur du même Dé doit être de 2 modules 14 parties pour ſe trouver égale à celle de la Plinthe de la Baſe de la Colomne, l'on voit comme je le viens de dire que la hauteur du Dé ſe trouve double de ſa largeur.

Des 12 parties qui déterminent la hauteur de la Baſe du Piédeſtal, on en donne 4 à la Plinthe, 3 au Tore, une à la Regle, 3 à la Doucine ou Gueule, & une à l'Aſtragale, & toute la ſaillie eſt de 8 parties. A l'égard des moulures du Dé, elles ne ſont compoſées que de 2 Regles qui ont chacune une partie : de ces deux Regles, il y en a une en bas & l'autre en haut; celle d'en bas avec ſon Conge fait que la largeur du Dé ſe trouve réduite comme nous l'avons déja dit à 2 modules 14 parties.

Des 14 parties que doit avoir la Corniche du Piédeſtal, on en donne une à l'Aſtragale, 5 au Gorgerin, une au Filet, une à un autre Aſtragale, une à l'Ove, 3 à la Goûtiere, une & un tiers au Talon & 2 tiers de parties au Filet qui eſt au-deſſus, à l'égard de toute la ſaillie, elle eſt de 8 parties comme celle de la baſe.

Colomne Corinthienne.

La hauteur de la Baſe de cette Colomne eſt d'un module, ſes moulures ſont la Plinthe qui a 6 parties, le Tore inferieur 4, le Fi-

let un quart, la Scotie de deſſous une partie & demie, le Filet un quart, l'Aſtragale inferieur une demi, l'Aſtragale ſuperieur auſſi une demi, le Filet un quart, la Scotie de deſſus une demi, le Filet un quart, enfin le Tore ſuperieur eſt de 3 parties; à l'égard de la ſaillie de la Baſe, elle eſt de 7 parties, par ce moyen la largeur de la Plinthe ſe trouve de 2 modules & 14 parties, par conſequent égale à celle du Dé du Piédeſtal comme nous l'avons dit ci-devant.

La hauteur du Fuſt de la Colomne eſt de 16 modules 12 parties, ſes moulures ſont l'Orle d'enbas avec ſon Chamfrain qui eſt d'une partie & demi, & l'Orle d'enhaut auſſi avec ſon Chamfrain, qui n'eſt que d'une partie & terminé par un Aſtragale qui en a 2. PLANCH. 41. FIG 4.

La largeur de la Colomne par le bas eſt de 2 modules réduite à un module 12 parties par le haut, ainſi la diminution eſt de 3 parties de chaque côté, & afin que l'Aſtragale qui termine la Colomne réponde au vif de la même Colomne par le bas, on lui donne 3 parties pour ſaillie.

La hauteur du Chapiteau Corinthien ſe fait de 2 modules 6 parties: on donne 2 modules au *Vaſe, Pannier* ou *Tambour*, & 6 parties à l'Abaque, les Feüilles dont le Tambour eſt couvert, ont auſſi leurs proportions, les plus courtes ont 9 parties de hauteur, depuis leur naiſſance juſqu'au ſommet de leur replis ou courbure, & leurs plis en ont 3, les autres Feüilles qui ſont au-deſſus de celle-ci, les ſurmontent de 9 parties, c'eſt-àdire qu'elles en ont 18 de hauteur depuis l'Aſtragale, leur reply eſt auſſi de 3 parties, enfin les Feüilles moyennes qui ſortent des tiges qu'on voit poſées dans les intervales des grandes Feüilles ont 4 parties; l'Orle ou bord du Vaſe a pour hauteur 2 parties. Les Volutes qui ſont ſous les angles ou corne de l'Abaque ont pour hauteur 8 parties, depuis le deſſous de leur enroulement juſqu'au deſſus de l'Orle du Tambour. L'Abaque a comme nous l'avons dit pour hauteur 6 parties dont on en donne 3 à la Plinthe, une à la Regle & 2 à l'Ove, la largeur de la Campane ou Tambour eſt la même que celle de la Colomne, & doit être par conſéquent d'un module 12 parties, & par le haut de 2 modules 6 parties, toute la longueur de la diagonale de l'Abaque eſt de 4 modules, la ſaillie de la Plinthe eſt de 4 parties, la Regle en a 2 & demi de plus; la largeur des cornes de l'Abaque eſt de 4 parties, & pour avoir la ſaillie des Volutes & des Feüilles, il faut que les unes & les autres aillent ſe terminer ſur la ligne tirée du bout de la corne de l'Abaque a l'extrêmité de l'Aſtragale qui eſt au ſommet de la Colomne: à l'égard de la courbure qui forme l'enfoncement de l'Abaque, elle ſe fait par une portion de Cercle qui a pour centre

l'angle du triangle équilateral, dont la baſe eſt égale à la diſtance du milieu d'une corne de l'Abaque à l'autre.

Les Feüilles de ce Chapiteau ſont toûjours au nombre de 16, dont il y en a 8 à chaque rang, chaque Feüille ſe partage en 7 ou 9 Bouquets, dont on en donne 2, ou pour mieux dire un entier & demi de chaque côté pour former le revers, quelquefois ce revers ſe fait de 3 Bouquets preſque entiers, refendus ſuivant la nature de la Feüille.

Ces Feüilles ſe font d'*Achante*, d'*Olive* ou de *Perſil*; mais quand l'ordre Corinthien eſt fort élevé, il vaudroit mieux ſe ſervir des Feuilles d'Olives que des autres, parce qu'étant aſſez plates & recevant mieux la lumiere que celle dont le travail eſt plus délicat, elles paroiſſent plus diſtinctement étant vûës d'une grande diſtance, que les autres qui ne ſont guéres propres qu'à être vûës de près.

Quand on fait ces Feuilles, il faut avoir un ſoin tout particulier de les deſſigner de bon goût, prendre garde qu'en les refendant par Bouquets, les Bouquets ne s'écartent trop; mais que toutes enſemble forment une ſeule Feuille qui ne devienne pas trop étroite vers le haut, que chaque Bouquet tende à trouver ſon origine vers le bas de la côte du milieu, autrement les Feuilles n'ont ni graces ni beautés.

Entablement Corinthien.

La hauteur de cet Entablement eſt de 5 modules dont on en donne un, & 12 parties à l'Architrave, autant à la Friſe, & 2 modules à la Corniche, les moulures de l'Architrave ſont la Bande de deſſous qui a cinq parties, l'Aſtragale une, la Bande du milieu 6, le Talon 2, la Bande de deſſus 7, l'Aſtragale une, la Gueule droite 4, & la Regle une, toute la ſaillie de l'Archirave eſt de 5 parties, dont on en ôte 3 pour celle de la Gueule droite, 3 & demi pour celle de la Bande de deſſous, & 4 & demi pour celle de la Bande du milieu.

La hauteur de la Friſe eſt auſſi d'un module 9 parties, la Bande ou aire de la Friſe a un module 7 parties & demi, le Fruit avec ſon Conge a une demi partie, & l'Aſtragale en a une entiete, la ſaillie de cet Aſtragale eſt de 2 parties.

Les moulures de la Corniche ſont la Gueule droite qui a 3 parties, le Filet ſous les Denticules une demi partie, la Bande des Denticules 6, le filet au-deſſus une demi, l'Aſtragale une partie, l'Ove 4, la Regle ſous les modillons une demi partie, la Bande où ſont les modillons 6 parties, le Talon un & demi, la Goûtiere 5, le

Talon

Talon qui eſt enſuite un & demi, le Filet un demi, la Doucine qui eſt au-deſſus 5 parties, & enfin la regle qui termine le tout en a une; la ſaillie de route la Corniche eſt de 2 modules 2 parties, on donne 5 parties pour celle de la regle, & de celle-ci il en faut ôter une & demi pour avoir celle des modillons, le Filet ſous les modillons en a 17 & demi, deſquels on en retranche 4 & demi pour celle des Denticules, la longueur ou portée des Modillons eſt de 16 parties, leur largeur eſt de 8, & leur entre-deux de 16, la largeur de chaque Denticule eſt de 4, & leur intervale de 2 parties.

Les ornemens particuliers des Talons ſe font avec des Feuilles de chêne, ou avec des Arceaux entrelaſſés de Feuilles & de Fleurs, ceux des Aſtragales ſe font avec des Olives mêlées de Grains de Patenotes ou Grains de Lauriers, à l'égard des œufs qui ſe taillent ſur l'Ove, ils doivent répondre à plomb ſur le milieu des Denticules; on taille auſſi des muſles ou rêtes de Lyon dans la Doucine qui doivent répondre au milieu de chaque Modillon.

J'ajoûterai qu'il eſt à propos que les Feuilles des Modillons ſoient de la nature de celles qui font l'ornement du Chapiteau plûtôt que de toute autre eſpece.

CHAPITRE SEPTIE'ME.

De l'Ordre Compoſite.

IL y a aparence que les anciens Architectes n'ont eû aucunes regles déterminées pour l'ordre compoſite, Vitruve après avoir expliqué les meſures du Corinthien, dit à la fin du premier Chapitre de ſon quatriéme Livre, qu'il y a d'autres ſortes de Chapiteaux de differens noms, que l'on met ſur les mêmes colomnes; mais dont il ne peut marquer les proportions, ni leur donner le nom d'un ordre, parce qu'étant pris du Dorique, Ionique & Corinthien, on en a changé les moulures pour en faire d'autres nouvelles. Ce ſont à peu-près ſes termes; d'où l'on peut conclure que dans le tems que cet Auteur a écrit, l'ordre Compoſite n'étoit pas ſeparé des autres; mais dépendoit du goût & du caprice de ceux qui ne voulant pas imiter exactement les trois ordres Grecs, ſe donnoient la liberté d'y faire tous les changemens que pouvoit fournir leur imagination; ainſi les Architectes modernes, ont crû ne pouvoir mieux faire pour établir quelque choſe de certain pour l'ordre compoſite, que

de meſurer exactement quelques-uns des plus beaux Ouvrages de l'antiquité qui nous ſont reſtés dans ce goût-là & s'en ſervir comme de modeles & de regles aſſurées pour en déterminer les proportions, s'attachant d'ailleurs à lui donner les membres & les moulures les plus délicates & les ornemens les plus recherchés.

Vignole ne met point de difference entre les meſures generales de cet ordre & celles du Corinthien, donnant encore 20 modules de haureur à la Colomne Compoſite, y compris ſa Baſe & ſon chapiteau, 7 au Piédeſtal qui eſt un peu plus du tiers de la Colomne pour les raiſons que l'on a vû ci-devant, & 5 à l'Entablement qui eſt toûjours du quart de la colomne, ainſi ce n'eſt que dans les meſures particulieres des moulures & dans la figure du chapiteau que cet ordre diffère du Corinthien.

Piédeſtal Compoſite.

PLANC H. 40. FIG. 5. La Baſe du Piédeſtal eſt de 12 parties, ſur quoi l'on en donne 4 à la Plinthe, 3 au Tore, une à la Regle, 3 au Talon renverſé & une au cordon, toute la ſaillie eſt de 8 parties.

La hauteur du Tronc du Piédeſtal eſt de 5 modules 10 parties & ſa largeur de 2 modules 14 parties, ſes moulures ſont la Regle inferieure & ſuperieure avec leur chanfrain qui ont chacun une partie.

La hauteur de la corniche du Piédeſtal eſt de 14 parties, ſur quoi l'on en donne une à l'Aſtragale, 5 au Gorgerin ou à la Friſe, une au demi creux, deux tiers au Filet, une & un tiers à la Doucine, 3 parties à la Goûtiere, une & demi au Talon & deux tiers à la Regle; quant à la ſaillie elle eſt égale à celle de la Baſe; c'eſt-à-dire, qu'elle eſt de 8 parties, le ſoffite de la Goûtiere eſt creuſé par-deſſous d'un canal qui laiſſe en dehors une Bande d'une partie.

Il y a des Architectes qui mettent des Tables en ſaillie ou en creux dans le Dé de ce Piédeſtal, ſans conſiderer le caractere de l'ordre, ces Tables à la verité font un fort bel effet; mais il faut prendre garde qu'elles ne doivent avoir de ſaillie qu'aux ordres Toſcan & Dorique; car aux 3 autres ordres elles doivent être priſes en dedans, il eſt vrai que les anciens n'ont pas pratiqué ces eſpeces d'ornemens aux Piédeſtaux, ayant toûjours laiſſé nud les faces du Dé parce qu'aparament ils aprehendoient que cela fut contraire à la ſolidité.

Colomne Compoſite.

La baſe de la colomne eſt encore d'un module ou de 18 parties, ſur quoi l'on en donne 6 à la Plinthe, 4 au Tore inferieur, un quart au Filet, 2 parties à la Scotie inferieure, un quart au Filet, 3 parties au Tore ſuperieur, un demi à l'Aſtragale, un quart au Filet, un & demi à la Scotie ſuperieure, un quart au Filet & 3 parties au Tore ſuperieur; la ſaillie eſt de 7 parties de chaque côté, & ainſi la Plinthe en front eſt de 2 modules 14 parties, il en faut ôter 3 parties 3 quarts pour la ſaillie du Tore ſuperieur, pour celle de l'Aſtragale 4 & demi, & 5 pour celle du Filet.

Le Fuſt de la colomne a pour hauteur 16 modules 12 parties, ſes moulures ſont l'Orle inferieur avec ſon chanfrain qui a une partie & demi, le Tronc a 16 modules 7 parties & demi, l'Orle ſuperieur avec ſon chanfrain une partie & l'Aſtragale 2, la groſſeur du pied de la colomne eſt de 2 modules, & réduite par le haut à un module 12 parties; ainſi la diminution eſt de 3 parties de chaque côté : la ſaillie de l'Orle inferieur eſt de 2 parties, celle du ſuperieur d'une demi, & celle de l'Aſtragale de 3, afin qu'il réponde au vif de la colomne.

La hauteur du chapiteau eſt de 2 modules 6 parties comme au Corinthien, le Tambour a 2 modules, & l'Abaque 6 parties, les membres du Tambour ſont les Feuilles baſſes qui ont 9 parties, leur repli 3, les Feuilles hautes 9, leur repli 3, l'eſpace des Roſetes 4, l'Orle un demi, l'Aſtragale un & demi, l'Ove 4 parties, l'Orle de la Campane 2; les membres de l'Abaque ſont la Plinthe ou Goûtiere qui a 4 parties, le Filet une & demi, l'Ove une & demi, la hauteur des Volutes 16 parties, depuis le haut des Feuilles juſqu'au Filet de l'Abaque; les ſaillies dépendent du Plan & du profil ſur la diagonale comme au Corinthien, ſur lequel il faut tirer une ligne du coin de l'Ove de l'Abaque juſqu'à l'Aſtragale du Fuſt de la colomne qui déterminera celle des Feuilles, & ſi l'on tire une ligne parallele aux moulures de l'Abaque par le point où la ligne de la hauteur de la Volute eſt diviſée, enſorte qu'elle laiſſe 9 parties au-deſſus & 7 au-deſſous, & qu'on prenne ſur cette ligne en dedans 8 parties, à commencer du point où elle coupe celle qui détermine les ſaillies, l'on aura le centre de l'œil de la Volute qui ſe décrira comme l'Ionique, avec cette difference ſeulement que les Ioniques ſont droites ou platres ſur les deux faces anterieures ou poſterieures du Chapiteau, au lieu que celles-ci ſuivent le contour du ren- PLANCH. 41. FIG. 5.

foncement des 4 faces du Chapiteau. A l'égard de la ſtructure du plan & du contour du renfoncement de l'Abaque, c'eſt la même choſe qu'au Corinthien ; la ſaillie de l'Ove ſur le vif du haut de la Colomne a 6 parties, celle de l'Aſtragale 3, & celle de l'Orle 1 & demi : le front des cornes de l'Abaque eſt de 6 parties, ſa largeur diagonale eſt de 4 modules, dont on ôte 4 parties de chaque côté pour la goutiere de l'Abaque, & 2 & demi pour le Filet, la largeur de la fleur du milieu eſt de 8 parties.

Entablement Compoſite.

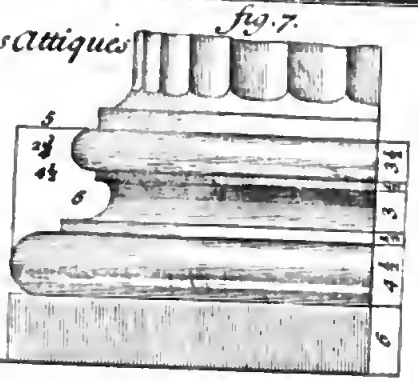
L'Architrave a 1 module 9 parties, ſur quoi l'on en donne 8 à la premiere Bande, 2 au Talon, 10 à la ſeconde Bande, 1 à l'Aſtragale, 3 à l'Ove, 2 au Demi-Creux, & une à la regle : la ſaillie a 7 parties, dont l'on ôte 2 pour le pied du Demi-Creux, & 5 pour la ſeconde Bande.

La Friſe a auſſi 1 module 9 parties, ſur quoi l'on en donne 1 & demi au Filet avec ſon Chanfrain, & 1 au cordon ou Aſtragale.

La Corniche a 2 modules ou 36 parties, dont l'on donne 5 à l'Ove, 1 à la Regle ſous les Denticules, 8 à la Bande des Denticules, 4 au Talon, 1 à la Regle, 1 & demi à l'Ove, 5 à la Goutiere, 1 à l'Aſtragale, 2 au Talon ; 1 à la Regle, 5 à la Doucine & 1 & demi à la Regle ; la ſaillie eſt égale à la hauteur, c'eſt-à-dire a 2 modules, dont il faut ôter 5 parties pour celle de la Regle, & 8 pour la Goutiere, & de celle-ci 10 pour celle de la Regle, la ſaillie de la Bande des Denticules eſt de 14 parties, celle de la Regle ſous les Denticules 8, & celle du pied de l'Ove 2. Sous le Soffite de la Goutiere on entaille un canal, dont le contour doit ſuivre agreablement celui de l'Ove de deſſous, & laiſſe une Bande en dehors de la largeur de deux parties, le front des Denticules eſt de 6 parties, & leur intervale de 3 ; dans le fond des intervales on laiſſe une Regle ſous le Talon, creuſée à la moitié & ſoutenuë de deux petits ronds.

L'on fait auſſi des canelures aux colomnes Corinthiennes & compoſites, de la façon que nous avons dit qu'on le pratiquoit à l'Ionique, c'eſt-à-dire qu'elles doivent être au nombre de 24 & tracées de même ; on taille quelquefois dans ces canelures pour rendre leurs côtes moins fragiles & moins ſujettes à être brilées, certains ornemens qu'on nomme *Rudentures*, qui ont la figure de cordes ou de bâtons ; par exemple, quand on fait des colomnes ou des pilaſtres canelées ſans Piédeſtaux & poſées à crû ſur le rez-de-chauſſée, ou du

Bases Attiques fig. 7.



...iteau Ionique de Vignole
...uë par le dessous.

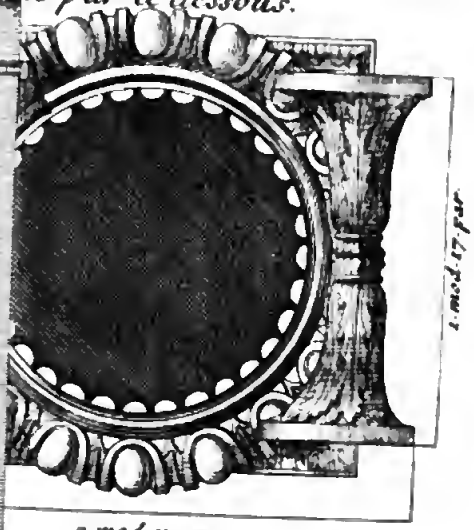


fig. 8

1. mod. 17. par.

2. mod. 11. par.

...au Ionique de Scamozzy
...uë par le dessous.

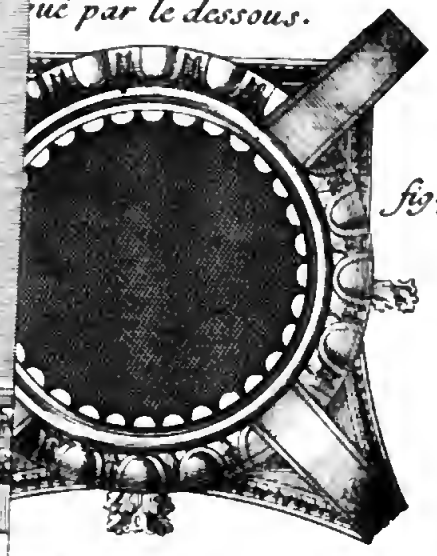


fig. 9.

3. mod. 5. par.

5. mod. 8. par.

BIBLIOTECA REGIONAL ... N. ...11

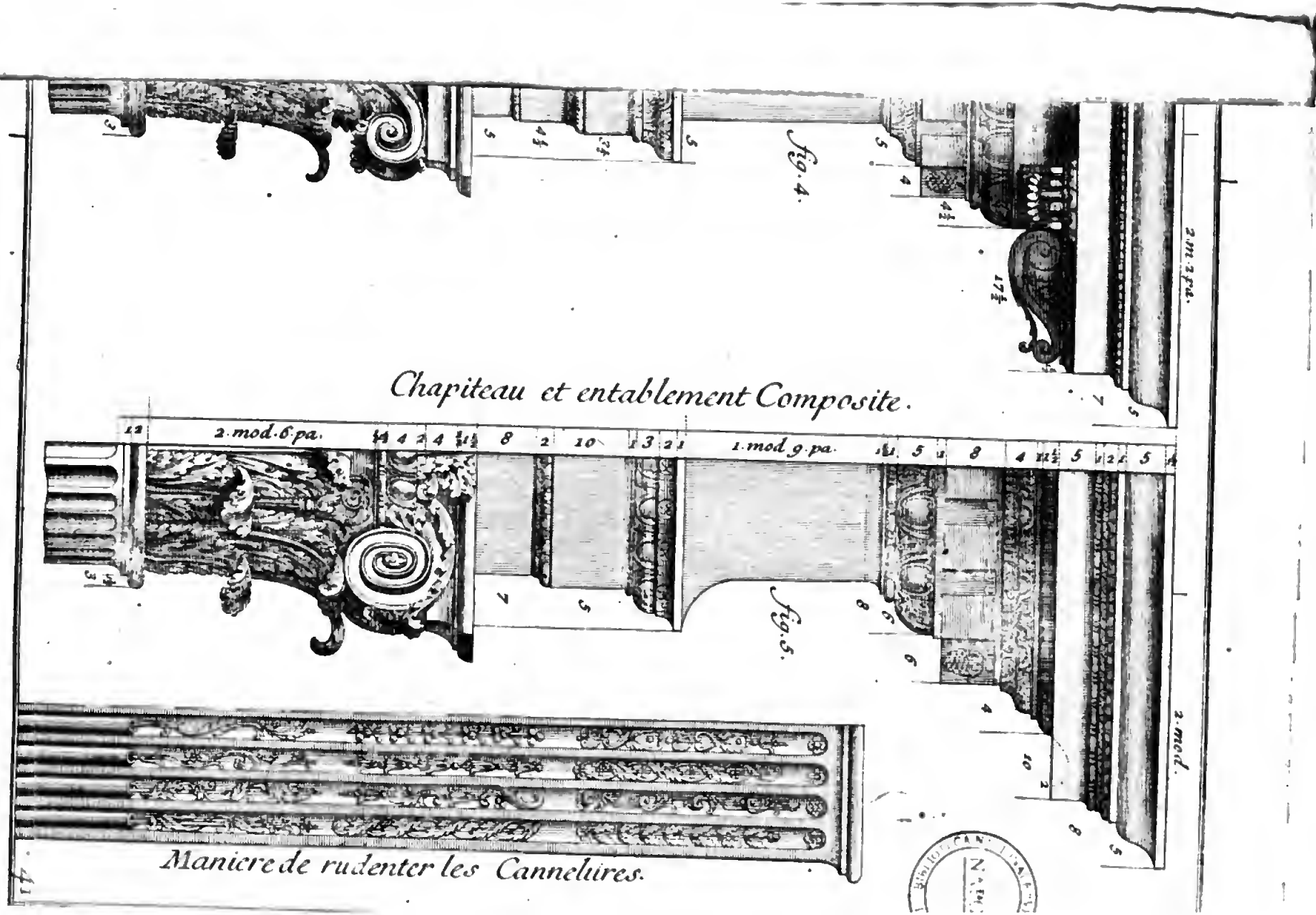


fig. 4.
2. mod. 3 pa.
Chapiteau et entablement Composite.
2. mod. 6 pa.
1. mod. 9 pa.
fig. 5.
2. mod.
Maniere de rudenter les Cannelures.

moins ſi peu élevées qu'on les peut toucher de la main, il faut rudenter leur canelures juſqu'au tiers de leur hauteur, c'eſt-à-dire qu'il faut les remplir en partie juſqu'à cette hauteur de ces Rudentures, afin d'en fortifier les côtes, qui autrement ſeroient bien-tôt ruinées.

Ces Rudentures qui furent d'abord imaginées pour l'utilité, ont donné enſuite occaſion d'en faire des ornemens pour enrichir les canelures, ainſi au lieu de Rudentures fortes & ſimples, on en fait quelquefois de très-legeres, on les travaille en figure de rubans tortillés, de feuillages, de chapelets, de fleurons & autres ornemens délicats & fort riches; mais ces ſortes de Rudentures ne doivent être pratiquées que dans des colomnes ou des pilaſtres de marbre, & qui ſont hors la portée des mains du public.

Il faut que le nombre des canelures ſoit moindre, lorſqu'on y taille de ces ornemens pour les degager davantage, enſorte qu'au lieu de 24 qui ſont ordinairement au Corinthien, il n'y en ait que 20, & même que chaque côte n'ait environ que le quart de la largeur de la canelure. On diſpoſe ces ornemens de differentes manieres, où les faiſant ſortir du Roſeau de la longueur du tiers du Fuſt comme aux colomnes Ioniques des Thuileries, ce qui eſt la meilleure maniere; ou en les eſpaçant ſans Roſeaux, comme lorſqu'il n'y a dans chaque canelure qu'une branche au bas, une autre au tiers ou à la moitié & une troiſiéme au haut, ou enfin par petits bouquets mêlez alternativement dans les canelures.

Remarques ſur les cinq Ordres en général, ſuivies de l'explication de quelques fragmens, des plus beaux Edifices antiques de Rome.

Si l'on en veut croire Mr de Chambray, l'ordre Toſcan ne doit être employé qu'aux maiſons de campagne, c'eſt-à-dire aux lieux ruſtiques & champêtres; il eſt vrai que de la maniere dont Vitruve, Palladio & quelques autres l'ont traité, il n'a rien de recommandable; mais il faut convenir que ſuivant la compoſition de Vignole, il a dans ſa ſimplicité des beautés qui le rendent très-eſtimable.

L'ordre Dorique peut paſſer pour le premier que les Grecs ont inventé, ſa compoſition eſt grande & noble: les Trigliphes qui ſont l'ornement de ſa Friſe ont quelque choſe de gracieux & de fier; dans les plus anciens monumens qu'on a fait de cet ordre, les Colomnes y étoient ſans baſe, & on eſt aſſez embarraſſé d'en donner une raiſon ſatisfaiſante: Vitruve veut qu'étant compoſée à l'imitation d'un homme nud, fort & nerveux, tel que ſeroit un Hercule,

elles ne doivent point avoir de baſe, voulant qu'une baſe ſoit à la colomne ce qu'une chauſſure eſt à l'homme ; mais j'avouë que je ne puis conſiderer une colomne ſans baſe, en la comparant à un homme, qu'en même-tems je n'aye l'idée d'un homme ſans pieds plûtôt que ſans chauſſure, ainſi j'aime mieux croire que les premiers Architectes ne s'étoient pas encore aviſez de donner des baſes à leurs colomnes, lorſqu'ils imaginerent cet ordre.

Vitruve prétend que les colomnes de l'ordre Ionique, ont été compoſées ſur le modele d'une jeune fille coëffée en cheveux, & d'une taille gracieuſe, les Romains les employoient particulierement aux Temples & aux endroits où l'on rendoit la juſtice. A l'égard de la baſe que Vignole leur donne, elle paroît de mauvais goût, le gros Tore qui la termine faiſant un vilain effet ſur les Aſtragales & les cavets qui ſont au-deſſous : les anciens y mettoient ordinairement une baſe attique, ſemblable à celle qui eſt repreſentée par la 7e figure de la Planche 40. Comme on peut s'en ſervir indifferement dans les trois derniers ordres, & qu'elle eſt plus belle que toutes celles de Vignole ; je vais en donner les proportions, afin que dans l'occaſion on puiſſe en faire uſage.

PLANCH. 40. FIG. 7. La hauteur de cette baſe eſt d'un module comme à l'ordinaire, ſes moulures ſont la Plinthe qui a 6 parties, le Tore inferieur 4 & demi, l'Orle inferieur un demi, la Scotie 3 parties, l'Orle ſuperieur un demi, & le Tore ſuperieur 3 & demi, toute la ſaillie eſt de 7 parties, dont on en donne 2 tiers pour celle du Tore ſuperieur, 4 & demi pour celle de l'Orle qui eſt au-deſſous, & 6 pour le creux de la Scotie.

La figure 6e repreſente encore une autre baſe de fort bon goût, qui eſt un peu plus ornée que l'autre, mais cependant ſans confuſion ; elle eſt compoſée de la Plinthe qui a 6 parties, du Tore inferieur qui en a 3 & demi, d'un Aſtragale qui en a 1, d'un Filet qui n'a qu'une demie, d'une Scotie qui en a 2 & demi, au-deſſous de laquelle eſt un Filet de demie partie, un Aſtragale de 1 partie, le tout terminé par un Tore qui en a 3, les ſaillies ſont les mêmes que les précedentes.

L'ordre Corinthien eſt le plus noble, le plus riche & le plus délicat de tous ceux qui ont été imaginés par les anciens & les modernes, (car les modernes ont auſſi voulu inventer un ordre, mais avec peu de ſuccès) les proportions que lui donne Vignole me paroiſſent fort belles, on lui reproche ſeulement d'avoir mis dans la corniche de l'Entablement des Denticules avec des Modillons, parce que dit-on, cela eſt contraire à la regle preſcrite par Vitruve qui

les condamne, & qui ne veut de Denticules qu'aux ordres Dorique & Ionique. Cependant il ſemble que les meilleurs Architectes de notre tems ne ſe ſont pas arrêtés au ſentiment de Vitruve, puiſqu'ils en ont mis dans tous les autres ordres excepté au Toſcan, & je ne vois pas qu'on puiſſe leur en faire un crime puiſqu'elles produiſent un fort bel effet; mais il y a des gens qui ont un reſpect ſuperſticieux pour tout ce qui vient des anciens, & dont la prévention eſt ſi grande, que les meilleures raiſons ne ſont pas capables de les déſabuſer.

Vitruve raporte un trait aſſez ſingulier au ſujet de l'invention de cet ordre : il dit qu'une jeune Fille de Corinthe étant morte, ſa nourice mit ſur ſon tombeau un panier dans lequel étoient quelques petits vaſes qu'elle avoit aimés pendant ſa vie, & pour empêcher que la pluye ne les gâtât elle mit une Thuile ſur le Panier qui par hazard ayant été poſé ſur une racine d'Acanthe, il arriva qu'au Printems les Feüilles venant à pouſſer au tour du Panier ſe recourberent ſous les coins de la Thuile où elles formerent une maniere de Volute, & que le Sculpteur Callimachus s'étant aperçû de l'effet ſingulier & gracieux que produiſoient ces Feüilles ainſi diſpoſées, profita de l'idée que lui fournit la nature pour en compoſer le chapiteau qu'on a depuis nommé Corinthien.

Je n'ai rien à dire de particulier ſur l'ordre Compoſite en ayant aſſez fait mention dans les chapitres précedens, j'ajoûterai ſeulement qu'on n'aprouve point que Vignole ait donné la même proportion à la colomne de cet ordre, qu'à celle du Corinthien, puiſque naturellement il devoit avoir égard à la difference de leurs chapiteaux, on lui reproche auſſi d'avoir fait les Entablemens de ces deux derniers ordres trop lourds, & d'y avoir employé des Denticules plus groſſieres que dans le Dorique, puiſqu'il ſemble qu'il auroit dû faire tout le contraire.

Si les ordres d'Architecture avoient eû des beautés poſitives & bien connuës, comme l'a voulu inſinuer Mr Perrault dans la Préface de ſon Livre *de l'Ordonnance des cinq eſpeces de Colomnes ſelon la methode des anciens*, les Architectes auroient été obligés de convenir entr'eux de leurs regles; mais ces beautés n'étant qu'arbitraires puiſqu'elles ne ſont fondées ſur aucune démonſtration conſtante, ceux qui en ont traité nous ont donné des principes bien oppoſés ſuivant leur goût & leur genie. Cependant quoiqu'un même ordre puiſſe avoir des beautés & des proportions differentes, on convient qu'il eſt conſtant qu'entre ces diverſes beautés & proportions il y en a qui plaiſent davantage & qui ſont plus univerſellement aprouvées,

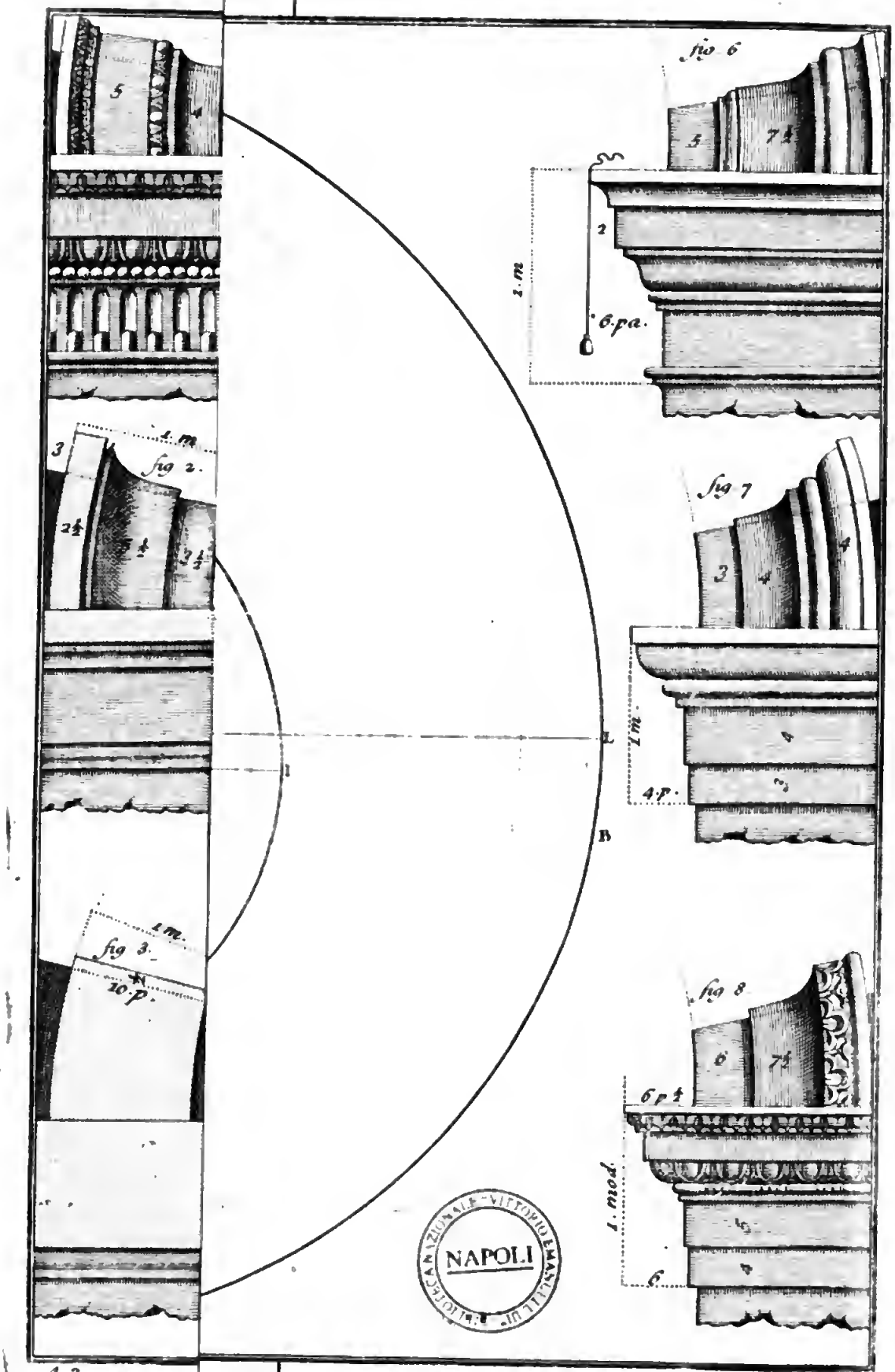
& c'eſt ce que l'on peut dire des ordres de Palladio & de Vignole & pourqu'on en puiſſe faire le parallele, il eſt bon qu'on ſoit prévenu que les cinq ordres qui ſont ſur les Planches 37. 38 & 39. ſont ceux de Palladio, que je ne m'arreterai point à détailler pour ne pas groſſir ce Livre mal-à-propos; il ſuffira ſeulement qu'en conſiderant avec attention les deſſeins de cet Auteur, on ſe mette en état de juger en voyant un Edifice s'il eſt décoré ſelon lui ou Vignole; car il eſt bien aiſé de ne pas prendre le change, la compoſition de ce dernier étant beaucoup plus grande & plus majeſtueuſe.

Pour faire voir que c'eſt avec juſtice que j'ai donné dans le commencement de ce cinquiéme Livre, tant d'éloge à l'Architecture ancienne, je vais expliquer quelques fragmens des plus beaux Edifices de Rome que j'ai tiré du *Paralelle de l'Architecture antique avec la moderne* de Mr Chambray, qui peut paſſer ſans contredit pour un des grands hommes de ſon tems, & le plus habile Architecte que nous ayons eû en France: l'honneur qu'il fait à la nation mérite bien que je m'arrête un moment pour rapporter quelques traits de ſon hiſtoire, les habiles gens m'en ſauront gré, & je m'acquiterai en partie de la reconnoiſſance que je dois à ſa mémoire pour les lumieres que j'ai tirées de la lecture de ſes ouvrages.

Rolland Freart de Chambray, couſin germain de Mr *Deſnoyers*, Secretaire d'Etat de la guerre & Surintendant des Bâtimens ſous Loüis XIII. fut envoyé à Rome par ordre de Sa Majeſté en 1640. pour négocier des affaires importantes avec Sa Sainteté; ce fut dans ce voyage qu'aidé de Mr de Chantelou ſon frere & de Mr Pouſſin le Raphaël de ſon ſiécle, il recuëillit ce que l'Italie pouvoit offrir de plus rare & de plus curieux; de retour en France on le députa une ſeconde fois pour faire benir deux Couronnes de diamans que leur Majeſté offroient à N. Dame de Lorette en action de grace de la naiſſance du Dauphin; c'eſt-à-dire de Loüis le Grand, & comme le Roy avoit été fort ſatisfait des ſavantes recherches de ſon premier voyage, il lui ordonna d'en faire de nouvelles & de ne rien négliger pour tout ce qui pouvoit contribuer à la perfection de l'Architecture & à la beauté du Louvre que l'on bâtiſſoit alors. C'eſt à ces deux voyages que nous devons en partie ſon excellent Livre du Paralelle.

Loüis XIV. voulant faire continuer le Bâtiment du Louvre, engagea par ſon Ambaſſadeur à Rome *le Cavalier Bernin*, Architecte fameux de venir en France; il n'y fut pas plûtôt arrivé que Mr de Chambray eût ordre de travailler de concert avec lui; mais l'Italien ne fut pas longtems ſans connoître combien les connoiſſances de

Mr



BIBLIOTECA NAZIONALE - VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

42.

Mr de Chambray étoient ſuperieures aux ſiennes, & ce qui eſt également à la loüange de tout deux, c'eſt que le Cavalier Bernin dit au Roy, que Sa Majeſté auroit pû ſe diſpenſer de le faire venir de ſi loin, puiſqu'il avoit trouvé dans Mr de Chambray un maître qu'il ſe feroit honneur de ſuivre, & qu'il n'étoit pas aſſez temeraire pour rien changer à ſon projet. Exemple rare où la concurrence s'eſt dépoüillée de ſes propres interêts pour rendre hommage au vrai mérite; mais cela ne doit pas ſurprendre, les Grands Hommes ont toûjours des traits qui marquent leur caractere, au lieu que l'ignorance croit ſe ſignaler & trouver de la reſſource dans les ſentimens de jalouſie qu'elle fait éclater.

Comme il ne reſte aucun ancien monument de l'ordre Toſcan qui ſe ſoit trouvé digne de quelque attention, Mr de Chambray n'en donne point d'exemple; mais en récompenſe on a lieu d'être ſatisfait de ceux qu'il raporte des autres ordres, & comme tout admirables qu'ils ſont, on ne peut les regarder ſans faire quelque choix, puiſqu'il ſe trouve de chaque ordre en particulier des Profils mieux proportionnés les uns que les autres, je me ſuis attaché a décrire les plus aprouvés dans le rang qui leur convenoit relativement à celui que Vignole donne aux ſiens.

Si l'on conſidere la Planche 43, l'on verra qu'elle repreſente un Chapiteau & un Entablement Dorique tirés des *termes de Dioclétien:* Ce morceau eſt regardé comme un des plus excellens de tous les ouvrages antiques de cet ordre, ſa compoſition eſt noble & réguliere, les ornemens ſont apliqués avec goût ſur chaque membre, en enrichiſſant les uns ſans bleſſer les autres. PLANCH. 43.

Comne la colomne ne ſubſiſte plus en entier, on ne peut juger poſitivement des proportions generales qu'on y a ſuivi; cependant l'on remarque que l'entablement eſt de 4 modules, ce qui fait préſumer que la colomne en avoit 16, parce que les anciens ont preſque toûjours donné à la hauteur de l'Entablement le quart de la colomne, quant à ſa baſe Mr de Chambray ne la raporte point, parce qu'aparamment il n'en paroît plus, la barbarie de certains ſiécles ayant tellement défiguré la plûpart des anciens monumens, que ce n'eſt qu'avec bien de la peine qu'on en a tiré quelque morceau entier.

La 44e Planche repréſente un profil Ionique qui peut paſſer pour l'ouvrage le plus parfait qui nous ſoit reſté des anciens. Mr de Chambray le regarde comme le chef-d'œuvre de la plus haute perfection: Palladio qui l'a auſſi raporté dans le treiziéme Chapitre de ſon quatriéme Livre, ne peut lui donner trop d'éloge, & quand on

manqueroit de goût pour en connoître toute la beauté, il ſuffitoit du jugement de ces deux grands Maîtres pour en ſentir le prix.

L'ordre entier depuis le rez-de-chauſſée juſqu'à la corniche, a pour hauteur 11 diamêtres ou 22 modules, la Colomne avec ſa Baſe & ſon Chapiteau en a 18, & l'Entablement, c'eſt-à-dire l'Architrave, la friſe & la corniche en a 4, qui eſt un peu moins du quart de la colomne, ſi l'on veut juger de la proportion des autres parties, on n'aura qu'à conſiderer les chiffres qui ſont cottés à l'endroit de chaque membre, ſurquoi il eſt à propos que j'avertiſſe que Mr de Chambray diviſe le module en 30 parties égales qu'il nomme *minutes*.

PLANCH. 45. La Planche 45 comprend un profil Corinthien ſi riche & ſi ſuperbe, qu'il ne paroît pas qu'on puiſſe rien faire de plus magnifique que ce qu'on voit dans cet exemple, qu'on ne peut imiter à propos dit Mr de Chambray qu'avec beaucoup de prudence & de circonſpection; car l'abondance des ornemens eſt ſujette à embroüiller s'ils ne ſont employés avec œconomie, autrement ils font naître une confuſion qui bleſſe l'œil des connoiſſeurs, & c'eſt en effet ce que j'ai remarqué à Paris à quelque Portail d'Egliſe que l'on a gâté en les chargeant d'ornemens ſuperflus; je croi qu'on ſentira bien, que je ne veux point parler de celui de St Gervais, qui peut paſſer pour le morceau d'Architecture le plus accompli que nous ayons en France.

Pour expliquer les proportions genetales du profil dont il eſt queſtion preſentement, l'on ſaura que la colomne avec ſa baſe & ſon Chapiteau a 20 modules, que l'Entablement a deux neuviémes de la hauteur de la colomne, ſur quoi l'Architrave & la friſe ont chacun un module & un tiers; c'eſt-à-dire 40 minutes, & la Corniche deux modules moins 8 minutes; c'eſt-à-dire 52 minutes.

Quant à la baſe de la colomne, elle me paroît de fort bon goût étant compoſée de pluſieurs moulures qui font enſemble un tout qui réuſſit fort bien.

PLANCH. 46. La Planche 46 comprend encore un autre profil Corinthien qu'on a compoſé ſur l'idée que pluſieurs Hiſtoriens célébres donnent de quelque partie du Temple de Salomon, & comme il me ſiéroit mal d'entrer dans aucune diſſertation critique ſur un ſujet ſi équivoque, je prens le parti de raporter à la lettre ce qu'en dit Mr de Chambray, & je laiſſe au Lecteur éclairé d'en porter le jugement qu'il jugera à propos.

» Voici, *dit-il* un ordre particulier mais d'une excellente com-
» poſition, & quoique je n'oſe pas aſſurer que ce profil ſoit préci-

» ſement le même que celui du Temple de Salomon (qui eſt le mo-
» dele que je me ſuis propoſé) neanmoins autant qu'on peut apro-
» cher de cette divine idée par la deſcription qui en paroît dans la
» Bible, & en quelques Hiſtoriens célébres que *Vilalpandus* raporte
» en ſon grand Ouvrage, où les ornemens & toutes les principales
» proportions de chaque membre ſont exactement ſpecifiés, je crois
» qu'il lui eſt aſſez conforme, la compoſition en eſt toute Corin-
» thienne, quoique les Feuillages du Chapiteau & ſes Caulicoles
» ſoient de Palmes, & que la friſe de l'Entablement ait emprunté
» l'ornement Dorique qui ſont des Trigliphes, la ſolidité deſquels
» n'a pas beaucoup de conformité avec la délicateſſe Corinthienne.
» Mais quelque nom qu'on veuille donner à cet ordre, néanmoins
» *Joſeph*, dit que c'étoit le Corinthien; il eſt aſſuré qu'il n'y en a
» jamais eû de plus parfait, & bien que le Corinthien ſoit un or-
» dre tendre & Virginal, lequel ne demande pas cette fermeté &
» virilité Dorique qui nous eſt ſymboliſé par les Trigliphes, ſi eſt-ce
» qu'on peut en certaines occaſions l'y introduire avec tant d'a-
» dreſſe & de raiſon, qu'elle ſera non-ſeulement excuſable mais
» très-judicieuſe.

L'ordre Compoſite étant celui qui ſouffre le plus de difficulté dans l'exécution à cauſe de l'incertitude des proportions que lui ont donné les anciens, je crois qu'on ſera bien aiſe d'en voir un exemple ſur la Planche 47 qui repreſente un profil de l'*Arc de Titus à Rome*. Comme cet Arc de Triomphe fut élevé à la gloire de Titus au retour de la Conquête de Jeruſalem, Mr de Chambray croit que l'Achitecte qui le conſtruiſit y avoit ſuivi cet Empereur, ou ſelon toute aparence il étudia les beautés du Temple, ayant introduit dans les ornemens de la friſe ſes principales dépoüilles, comme le Chandelier à ſept branches qui étoit dans le Sanctuaire, la Table d'or qui ſervoit à mettre le pain de propoſition & pluſieurs autres choſes touchant les Sacrifices qui ſe voyent encore aujourd'hui. Il ajoûte que cet Arc eſt le premier & le plus achevé qui ait été élevé à la gloire des Heros. PLANCH. 47.

CHAPITRE HUITIE'ME.

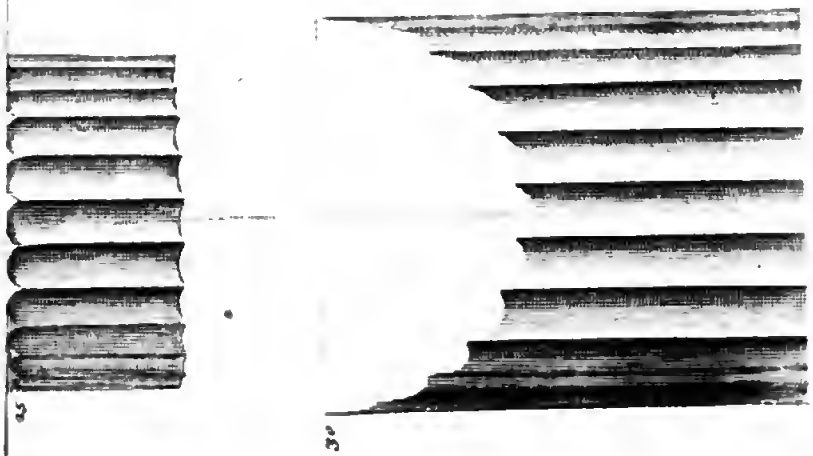
Des Colomnes & de leur diminution, des Perſiques & des Cariatides.

SI l'on juge de l'origine des Colomnes parce qu'en diſent quelques Hiſtoriens, il y a apparence qu'elles ſont très-anciennes, & que l'uſage en étoit frequent long-tems avant l'invention des ordres; on les fit ſervir d'abord de monumens pour éterniſer la mémoire des grands hommes, ou pour marquer à la poſterité la reconnoiſſance des bienfaits qu'on en avoit reçû, après leur mort on dreſſoit une colomne au ſommet de laquelle étoit l'Urne qui renfermoit leurs centres, & il y a apparence que c'eſt cette Urne qui a donné lieu au Chapiteau, dont on s'eſt ſervi depuis pour les couronner agréablement.

Vitruve dit que les premieres colomnes qui parurent en Grece, furent celles du Temple de Junon dans Argos, & que les Doriens ne ſachant quelle proportion leur donner, conſidererent que le pied de l'homme étoit ordinairement la ſixiéme partie de ſa hauteur, & ſur cet exemple ils firent les colomnes ſextuple de leur groſſeur, enſuite ils en augmenterent la hauteur au Temple de Diane à Epheſe, parce qu'ils voulurent leur donner des meſures proportionnées à la ſtature des femmes de leur Païs : quoiqu'il en ſoit les Architectes ont toûjours paru fort partagés ſur la hauteur qu'il falloit leur donner pour chaque ordre, c'eſt pourquoi nous nous en tiendrons aux proportions de Vignole, ſans nous arrêter à raporter tout ce qu'on pourroit dire ſur ce ſujet.

Les premiers Architectes ayant fait les colomnes à l'imitation des arbres, qui ſont ordinairement plus gros par le pied que vers le haut, ils les ont auſſi diminuées dans le même goût; mais comme l'on s'eſt aperçu que cette diminution produiſoit un effet deſagréable, on s'eſt contenté de ne la commencer qu'au tiers de la tige, c'eſt-à-dire qu'ayant diviſé la hauteur de la tige en trois parties égales, la premiere reſte à plomb & parfaitement cilindrique, & les deux autres vont en diminuant imperceptiblement juſqu'à l'Aſtragale; cette diminution ſe fait plus ou moins ſenſible, ſelon la groſſeur ou la délicateſſe des colomnes, & c'eſt ce que l'on a dû remarquer dans les Chapitres precedens.

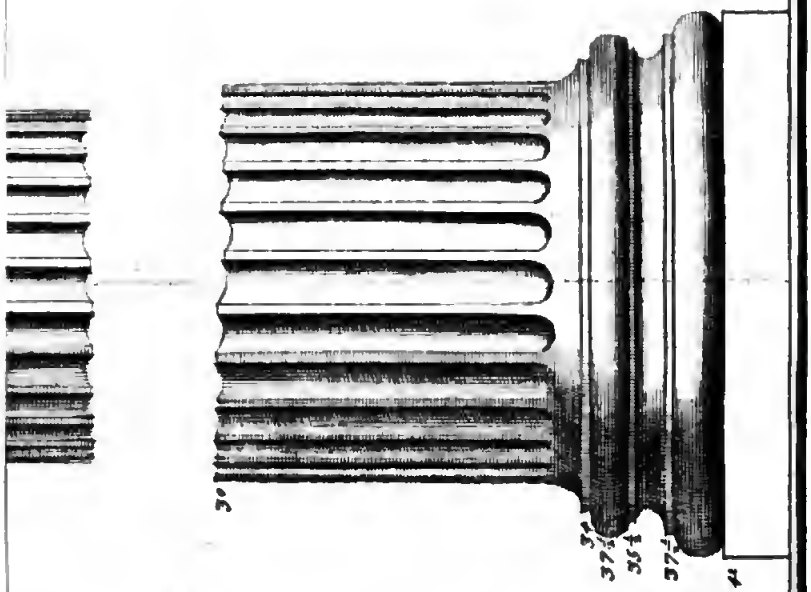
)orique tiré des termes de)
Diocletien a Rome.



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE NAPOLI

La S.te des Ingf.rs liv. V. pl. 44 pag. 44

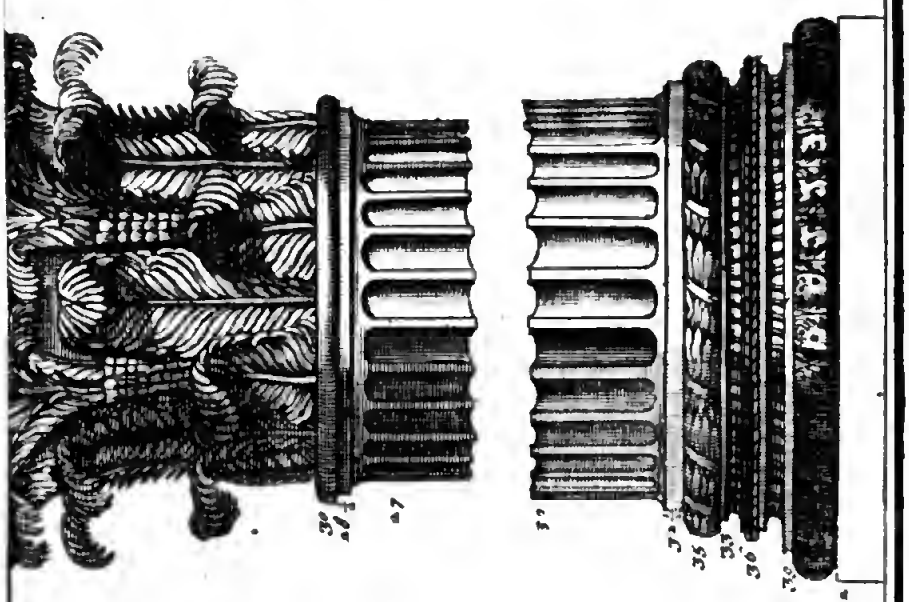
ique tiré du Temple de la
e a Rome qui est maintenant
S.te Marie Egyptienne



NAPOLI

La 3e. des Ingr. liv. V. pl. 45. pag. 44.

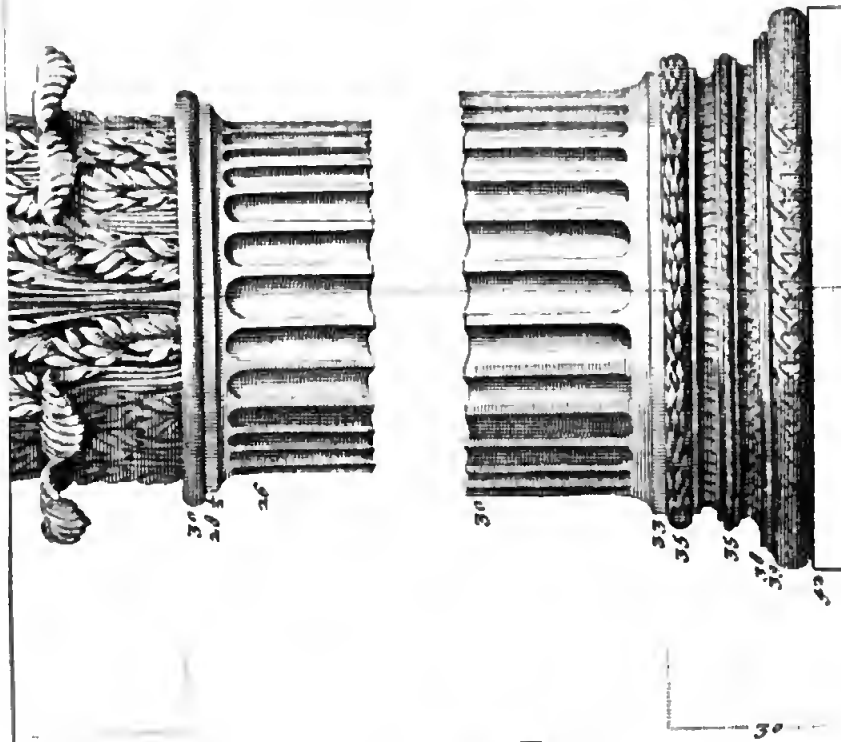
fil Corinthien du Temple de Salomon tiré de Villalpan.



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
N. 1001

45.

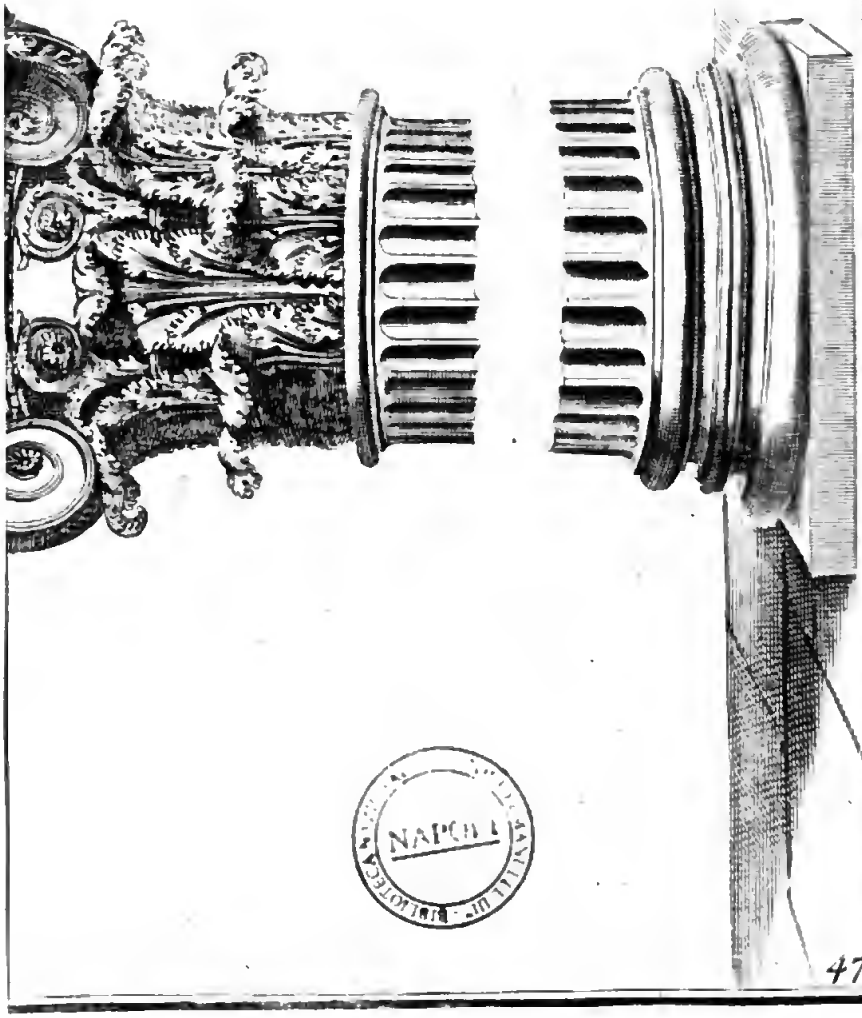
Corinthien tiré des termes de Diocletien a Rome.



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE
NAPOLI

La 5.e Ing.rs liv. V. pl. 47. pag. 44

Profil Composite tiré de l'arc de Titus a Rome



NAPOLI BIBLIOTECA

On a auſſi donné du renflement aux colomnes à l'imitation du corps humain, qui eſt plus large vers le milieu que vers les extrêmitez; mais les Architectes ſont encore partagés ſur ce ſujet, parce qu'on n'en a point d'exemple antique, il y en a même qui traitent ce renflement d'abus inſuportable; cependant l'uſage de renfler les colomnes à leurs tiers eſt ſi pratiqué par les modernes, qu'on n'en voit preſque point qui ne le ſoit; c'eſt pourquoi on a cherché pluſieurs moyens pour le faire agréablement, car moins il eſt ſenſible, & plus il eſt beau; or pour ſavoir de quelle maniere on doit les diminuer ou les renfler, voici les deux pratiques que donne Vignole que je raporterai preferablement à pluſieurs autres qui ſont à la verité moins mécaniques, mais plus difficiles à exécuter.

Maniere de diminuer les Colomnes.

Après avoir déterminé la hauteur & la groſſeur des colomnes, avec la quantité dont on veut qu'elles diminuënt depuis le tiers juſqu'au haut, il faut décrire un demi cercle ſur le diamêtre *CD*, enſuite mener la parallele *GE* à l'Axe *AB*, enſorte qu'elle vienne rencontrer le demi cercle au point *E* afin d'avoir l'arc *CE*, l'on diviſera enſuite la ligne *AM* en un certain nombre de parties égales, comme en 10 ou 12, mais je me contenterai de ne la diviſer ici qu'en ſix, afin de rendre la figure moins confuſe, il faut diviſer de même l'arc *CE* en autant de parties égales que la ligne *AM*, & par chaque point de diviſion mener des paralleles à l'axe; on menera auſſi par les points *I* d'autres paralleles au diamêtre *CD*, qui venant rencontrer les précedentes, donneront les points *K* qui marqueront de combien la colomne doit diminuer. Or pour tracer cette diminution, il faut prendre une grand Regle flexible, & la faire paſſer par tous les points que la courbe doit rencontrer. PLANCH. 48.

Maniere de renfler les colomnes.

Ayant déterminé les meſures de la Colomne & tiré le diamêtre *DE*, qui doit paſſer par le tiers de l'axe *AB* comme ci-devant, il faut avec le compas prendre le demi diamêtre *CE*, (que je ſupoſe égal à celui de la colomne) & le porter à l'extrêmité *G* du diamêtre *GH*, enſorte que venant rencontrer l'axe *AB* au point *I*, la ligne *GI* ſoit égale au demi diamêtre *CE*, enſuite il faut prolonger cette ligne auſſi-bien que le diamêtre *DE*, de maniere que l'un & l'autre venant ſe recontrer, donnent le point *F*, duquel il faut tirer un nombre de lignes qui viendront couper l'axe de la colomne.

en autant de points differens *LL* &c. au-deſſus & au-deſſous du point *C*; ſur chacune de ces lignes au-delà de l'axe, il faut faire *LK* égal à *GI*, c'eſt-à-dire au demi diamêtre *CE*, & alors on aura tous les points *K*, par leſquels doit paſſer la courbe qui fera le renflement & la diminution de la colomne.

Ce que l'on vient d'enſeigner au ſujet de la diminution & du renflement des colomnes, ſert pour tracer l'épure, c'eſt-à-dire le patron, à l'aide duquel on pourra creuſer dans une planche la courbure dont il s'agit, afin qu'appliquant enſuite cette concavité ſur le vif de la colomne, on puiſſe en la faiſant tourner à l'entour de l'Axe diminuer le fuſt & lui donner une figure qui s'accorde parfaitement avec ce que l'on aura tracé en premier lieu.

La difficulté d'avoir des pierres d'une aſſez belle grandeur, pour faire des colomnes toutes d'une piece, n'embarraſſoit guéres les anciens; lorſqu'ils étoient contraints de les faire de pluſieurs morceaux, ils les poſoient avec tant de précaution les uns ſur les autres, que les joints ne paroiſſoient point: pour cela ils laiſſoient le parement brut comme je l'ai dit ailleurs; mais ils étoient très-attentifs à tailler les pierres juſtes ſur leurs lits, afin qu'elles ſe rencontraſſent parfaitement, ſe gardant bien de ſe ſervir de Cales pour les dreſſer & les ficher comme nous faiſons aujourd'hui, & lors qu'elles étoient toutes poſées, ils les poliſſoient & donnoient à leur face la figure qu'elles devoient former, pouſſant les moulures les plus delicates ſur le Tas, parce qu'autrement elles n'auroient pû ſe rencontrer juſtes, ſi elles avoient été taillées chacune à part.

Il y a aparence que les anciens n'ont jamais employé d'autres colomnes que la circulaire, puiſque toutes celles qui nous reſtent ont cette figure, & je croi qu'il n'y a que le mauvais goût de quelques Architectes modernes qui en ait pû imaginer d'Ovales, de Triangulaires, & à Pans. Un défaut inſuportable des colomnes Ovales, c'eſt que ſi elles font face par le côté du plus grand diamêtre, & qu'on veuille ſe ſervir de ce diamêtre comme de modules, elles deviennent d'une hauteur extravagante lorſqu'on les regarde du côté le plus étroit, parce que le petit diamêtre n'a plus de proportion avec la hauteur de la colomne; le contraire arrive ſi l'on veut prendre le petit diamêtre pour module, car quand on vient à les regarder du côté du grand, elles ſont trop baſſes & trop écraſées. Je ne dis rien des colomnes Triangulaires, étant ſi défectueuſes qu'elles ne meritent pas qu'on s'y artête: à l'égard de celles qui ſont à Pan, je les trouve plus ſuportables; mais après tout quelle neceſſité de vouloir donner aux colomnes des figures extraordinaires;

eſt-il poſſible que les hommes ayent tant de peine à ſe conformer aux regles de la nature, & qu'ils ne ſeront jamais convaincus que ce n'eſt qu'en l'imitant qu'on peut réuſſir!

Les colomnes torſes paroiſſent auſſi peu aprouvées des habiles gens ; car les Colomnes étant faites pour ſoutenir un fardeau, la raiſon veut qu'on leur donne toute la force qu'elles peuvent avoir; ainſi c'eſt un défaut de les affoiblir par des retours qui les éloignent de la perpendiculaire; cependant leur beauté a fait qu'on n'a point eu égard à cette conſideration, puiſqu'on les employe aujourd'hui comme un des plus beaux ornemens qu'il y ait dans l'Architecture, non pas à la verité à des endroits qui demandent de la ſolidité, mais dans des lieux de diſtinction, comme aux Autels, aux Tombeaux, aux Salons &c. Au reſte comme les occaſions de s'en ſervir ſemblent n'avoir pas grand raport avec un traité comme celui-ci, je ne m'arrêterai point montrer comme on s'y prend pour les tracer, parce que d'ailleurs il n'y a point de livre d'Architecture où elles ne ſe trouvent.

Il y a auſſi des colomnes ſimboliques, & qui repreſentent des figures humaines, leur origine vient des Grecs, qui voulant conſerver la mémoire de leurs victoires, donnoient ſouvent aux colomnes de leurs édifices publics, la figure & la reſſemblance de leurs ennemis. Les femmes des *Cariens* ayant été reduites en ſervitude, & les *Perſes* vaincus par les Lacedemoniens à la bataille de *Platée*, furent les premiers ſujets de ces Colomnes, de-là ſont dérivés les noms des *Cariatides* & des *Perſiques*, qu'on a donné depuis aux Colomnes qui ont été faites ſous des figures humaines;cependant on ne donne plus aux Cariatides des repreſentations d'eſclavage & de ſervitude comme autrefois; ces caracteres étant trop injureux au beau ſexe, on leur en donne de toute oppoſées, ne les employant plus que ſous les ſimboles de prudence, de ſageſſe, de juſtice, de temperance, &c. Quand elles ſont Izolées, elles ne doivent porter tout au plus que quelque Balcon, Tribune, ou couronnement leger; mais lorſqu'elles joignent un mur, il eſt à propos de les mettre ſous une conſole qui paroiſſe porter tout le poids de l'Entablement.

Les Colomnes Perſiques ſont le plus ſouvent repreſentées ſous des figures d'hommes nerveux & barbus, elles conviennent beaucoup mieux que celles des femmes pour repreſenter l'eſclavage, on en fait auſſi des ſimboles de vertu, de force, de valeur, & même des divinités de la Fable, comme quand on leur donne des figures d'Hercule, de Mars, de Mercure, ou de Faune & de Satire.

Il y a encore d'autres colomnes Simboliques de figures humaines, dont la moitié du corps paroît ſortir d'une gaine, ces colomnes ſont nommées *Termes*, & ne doivent jamais entrer en paralſele avec d'autres colomnes non plus que les Cariatides, cependant ils ont cet avantage, qu'on leur donne telle élegance que l'on veut, en allongeant leurs gaines pour les faire monter à une hauteur convenable à l'Entablement qui eſt au-deſſus.

Comme les figures contribuent extrêmement à enrichir la décoration, & qu'il faut beaucoup d'art pour qu'elles accompagnent les ordres agréablemenr; voici quelques obſervations de Mr *de la Hire*, tirées du traité d'Atchitecture qu'il a dicté autrefois dans ſon Ecole du Louvre.

Je ſupoſe ici que l'ordre eſt Ionique & qu'il tient le milieu entre les autres, afin de faire une comparaiſon plus juſte, & qui convienne mieux entre les figures & les colomnes, je ſupoſe auſſi que la colomne a 18 modules ou 9 diamêtres de hauteur.

Je prens d'abord une colomne d'une moyenne groſſeur, dont la hauteur eſt de 18 pieds & le diamêtre de 2 pieds, & je trouve par experience qu'une figure qui a 6 pieds de hauteur, peut fort bien l'accompagner : cette figute ſera donc le tiers de la hauteur de la colomne.

Si la colomne a 27 pieds de hauteur ou 3 pieds de diamêtre, l'on peut donner à la figure 7 pieds & demi ; ſi elle a 36 pieds de hauteur & 4 pieds de diamêtre, la figure peut avoir environ 9 pieds : ſi elle a 45 pieds de hauteur & 5 de diamêtre, la figure peut en avoir 10 & demi ; enfin ſi la colomne à 54 pieds de hauteur & 6 pieds de diamêtre, on peut donner à la figure 12 pieds de hauteur.

Dans ces proportions la figure eſt augmentée depuis 6 pieds, à raiſon d'un pied par toiſe d'augmentarion à la hauteur de la colomne ; mais ſi la colomne n'a que 12 pieds de hauteur & un pied & demi de diamêtre, une figure de 5 pieds peut fort bien y convenir. Si elle n'avoit que 9 pieds de hauteur, on y pourra mettre une figure de 4 pieds & demi : ce qui montre auſſi que la même regle pourra ſervir pour les colomnes plus petites que 18 pieds, en diminuant la hauteur des figures au-deſſous de la moyenne qui eſt de 6 pieds, à raiſon d'un pied par toiſe de diminution de hauteur à la colomne, & ſemblablement dans une même raiſon pour les hauteurs qui ſont entre deux.

Pour ce qui eſt de la proportion que doivent avoir entr'elles des figures poſées en differente hauteur, il n'eſt pas poſſible d'en donner

ner de meſures certaines à cauſe qu'on juge la figure plus ou moins éloignée de l'œil ſuivant les accompagnemens. On doit auſſi remarquer que les figures qu'on met ſur les colomnes, doivent être un peu plus grandes que celles qui ſont poſées contre les bâtimens, ou dans une niche & moins groſſes & moins garnies de Draperie que celles qui ſont izolées & qui n'ont point d'autre fond que le Ciel.

CHAPITRE NEUVIE'ME.

De la proportion des Pilaſtres & des Frontons.

LES Pilaſtres ſont des colomnes quarrées de pluſieurs eſpeces, dont les differences ſe prennent de la maniere qu'elles ſont appliquées au mur, il y en a d'entierement Izolées, d'autres attachées aux encoignures des édifices & qui n'ont que deux faces, d'autres qui étant enfoncées en partie dans le mur, ne preſentent que la face de devant & ce ſont les plus en uſage aujourd'hui.

Les Pilaſtres quarrés & izolés s'employent aux extrêmités des Portiques pour donner plus de fermeté aux encoignures, les autres qui ſont engagés dans le mur ſervent à décorer les Edifices avec beaucoup de grace; mais pour qu'ils puiſſent réuſſir, il y a pluſieurs choſes à obſerver à l'égard de leurs ſaillies, de leur diminution, de la maniere que l'Entablement doit poſer deſſus, & de la façon qu'ils doivent être canelés.

La ſaillie des Pilaſtres qui n'ont qu'une face hors du mur, doit être de toute la moitié, ou ne ſortir au plus que de la ſixiéme partie lorſqu'il n'y a aucune raiſon qui oblige de lui en donner davantage; par exemple quand les Pilaſtres doivent recevoir des impoſtes qui viennent profiler contre leurs côtés, il faut alors leur donner pour ſaillie le quart du diamêtre, c'eſt-à-dire le quart de la face qui tient lieu ici de diamêtre: & cette proportion a cela de commode, qu'elle n'oblige point à tronquer irrégulierement les chapiteaux Corinthien & Compoſite; car il ſe rencontre que la feuille d'en bas eſt coupée juſtement par la moitié, & qu'à l'ordre Corinthien la Tigette eſt coupée de même; par cette raiſon lorſqu'on employe des demi Pilaſtres aux angles rentrants, il faut leur donner un peu plus de la moitié de leur diamêtre.

On ne diminuë point ordinairement les Pilaſtres lorſqu'ils n'ont qu'une face hors du mur; mais quand il s'en trouve ſur un même allignement avec des colomnes & qu'on veut faire paſſer l'Entablement ſur les uns & ſur les autres, il faut alors donner aux Pilaſtres la même diminution qu'aux Colomnes, cela s'entend de la face de devant; car pour les côtés doivent reſter auſſi larges en haut qu'en bas; mais quand le Pilaſtre a deux faces hors du mur, comme cela arrive aux encoignures, & qu'il y en a une qui regarde une colomne, cette face doit être diminuée de même que la colomne.

Les canelures qui ſe font quelquefois aux Pilaſtres, doivent toûjours être en nombre impair, afin qu'il s'en trouve une dans le milieu; mais s'il s'agit des demi Pilaſtres qui ſe rencontrent aux angles rentrans, on ajoûte une canelure afin que le nombre en ſoit pair, & alors on en donne la moitié d'un côté & la moitié de l'autre; c'eſt-à-dire que ſi dans un Pilaſtre entier on en mettoit 7, il en faudroit 4 à chaque demi Pilaſtre.

Les proportions des Baſes des Chapiteaux & de l'Entablement pour les Pilaſtres, ſont les mêmes que celles des Colomnes de l'ordre ſelon lequel on veut faire la décoration; ainſi je ne ſache point qu'il y ait aucunes regles particulieres à donner qui ſoient differentes de celles que nous avons enſeignées pour la compoſition des ordonnances en general.

Quand les Pilaſtres ſont engagés dans le mur, il faut prendre garde qu'ils ſaillent aſſez en dehors pour recevoir les Corniches des Portes, des Fenêtres & des autres ouvertures qui ſeront entre-deux, les ſaillies des Corniches faiſant un bon effet, lorſqu'étant continuées, elles viennent mourir juſtement dans les flancs des Pilaſtres: c'eſt pourquoi Scamozzy veut que les Pilaſtres ne ſortent au plus hors du mur que d'un quart de leur largeur; car par ce moyen, dit-il, ils pourront recevoir dans leurs côtés toutes les ſaillies des ornemens des Portes & fenêtres qui ne doivent jamais exceder les Pilaſtres, quoiqu'il y ait des exemples antiques & modernes, où l'on remarque que ces ſaillies s'avancent non-ſeulement au-delà des Pilaſtres; mais même des colomnes qu'elles embraſſent en paſſant, ce qui fait un très-mauvais effet. Mais s'il arrivoit qu'on fut obligé de donner aux corniches des portes ou des fenêtres des ſaillies plus grandes que ne ſont les flancs des Pilaſtres, il vaudroit en ce cas beaucoup mieux couper ces Corniches au droit des Tableaux des Portes ou fênêtres, & les continuer en Platte-Bande ſeulement couronnées de quelques Cymaiſes ou autres moulures, qui toutes enſemble euſſent autant de ſaillie que le flanc du Pilaſtre, que de les faire avancer avec toute leur portée.

Lorſque les Pilaſtres engagés dans le mur, n'ont pas trop de ſaillie, l'on peut faire regner les Architraves ſans interruption & les laiſſer déborder en dehors du mur qui eſt entre les Pilaſtres, d'autant qu'ils ont de ſaillie ; mais quand ils en ont par trop, il faut retirer les Architraves en dedans, & en ce cas ou l'on rompt les Entablemens en les faiſant reſſaillir ſur les Pilaſtres, ou bien l'on ſe contente de donner ces reſſauts à l'Architrave ſeule, ou quelquefois même à l'Architrave & à la Friſe, laiſſant paſſer le reſte de l'Entablement depuis un Pilaſtre juſqu'à l'autre ſans interruption.

L'on peut faire le même raiſonnement ſur les Pilaſtres qui ſe mettent aux encoignures des murs ; car s'ils font face des deux côtés, il faut que les Architraves & les autres parties des Entablemens courent dans les retours ſur les murs des flancs, de la même maniere qu'ils auront été mis ſur celui de la façade ; c'eſt-à-dire ſans reſſauts ou avec reſſauts, ſi ce n'eſt qu'ayant donné aux Pilaſtres beaucoup de ſaillie ſur les faces de devant, qui ayant obligé à faire des reſſauts dans l'Entablement, on ne la retranche ſur les flancs, & par ce moyen on peut faire courir l'Architrave & le reſte de l'Entablement ſans interruption.

Si le Pilaſtre angulaire ſe termine ſur l'allignement du mur de côté ſans y faire face & ſans avoir aucune ſaillie au dehors de cette part, il faur en ce cas que l'Entablement qui eſt ſur le devant vienne mourir dans le retour du coin du flanc du Pilaſtre, ſans le faire paſſer ſur le mur de côté, ou ſi l'on veut que le flanc ſoit couvert de l'Entablement, il faut que le coin du retour de l'Architrave, ſoit au dehors du vif du pilaſtre.

Quelquefois quand le dernier Pilaſtre de la façade ne ſe trouve point ſur le coin du retour & laiſſe une Alete dans l'encoignure, & qu'il y a un autre Pilaſtre à pareille diſtance dans le mur du flanc, il faut faire tourner l'Entablement de l'un à l'autre avec des reſſauts ſur le coin. S'il s'en rencontre dans la façade, ou bien s'il n'y en a point, on le fera paſſer droit ſur les côtés ſans reſſauts, & s'il n'y avoit point de Pilaſtres ſur le côté, il faudroit continuer l'Entablement de devant avec des reſſauts ou ſans reſſauts ſuivant l'ordonnance de la façade juſques ſur le coin du mur, d'où il doit retourner tout droit ſur les flancs, en laiſſant ſeulement à l'Architrave autant de ſaillie qu'il lui en faut pour le dégager du mur.

Toutes ces pratiques ſont bonnes & il y en a de beaux exemples dans les ouvrages les plus aprouvés ; mais dans tout ceci il faut remarquer que l'on ſupoſe que les Pilaſtres ſont ſeuls & n'accompagnent point de colomnes,

Les Frontons augmentent auſſi beaucoup la beauté des façades lorſqu'ils ſont mis à propos ; mais pour qu'ils ayent plus de grace, il faut que le corps qui en eſt couronné faſſe quelque ſaillie, afin de ſe diſtinguer & maîtriſer les autres parties continuées de l'édifice.

PLANCH. 48. Selon Scamozzy pour avoir la plus belle proportion des Frontons, il faut diviſer la corniche *AB* qui lui ſert de Baſe en neuf parties égales, & en donnet deux à la perpendiculaire *EC*, pour déterminer la hauteur qu'il doit avoir depuis l'Entablement juſqu'au ſommet, cette proportion étant plus agréable à la vûë, que de lui donner pour hauteur la cinquiéme partie de la baſe comme font quelques Architectes, & plus commode pour faciliter l'écoulement des eaux. On peut auſſi tracer un cercle dont la Baſe *AB* ſervira de diamêtre que l'on diviſera en deux également, par la perpendiculaire *DF* & du point *D* comme centre, & de l'intervale *DA*, on décrira l'arc *ACB* qui venant couper la perpendiculaire au point *C*, on n'aura qu'à tracer l'angle *ACB*, qui donnera celui que doit former le Fronton. L'on remarquera que cet angle eſt égal à celui de la circonference d'un Octogone, puiſque le point *D*, étant le centre de l'arc que l'on a décrit, les deux rayons *DA* & *DB*, forment un angle droit.

Il ſe fait auſſi des frontons en portion de cercle qui ont la même hauteur que les Triangulaires, puiſque l'Arc *AGHB*, qui en détermine la figure, doit avoir pour centre le point *D*, dont nous nous ſommes ſervi pour le précedent ; on peut donc dire que les frontons ronds ſont compoſés d'un ſegment de cercle qui comprend le quart de la circonference.

Quand on a un rang de fenêtres ſur un même alignement, & qu'on veut les couronner par des frontons, il faut pour les varier les faire alternativement ronds & triangulaires ; enſorte qu'ils répondent avec ſimêtrie à droit & à gauche du milieu de la façade, ainſi qu'on l'a pratiqué à la gallerie du Louvre & aux Thuileries ; cependant quoique ce Bâtiment ſoit des plus magnifiques, & qu'on pourroit le citer pour exemple en bien des choſes, je ne ſautois m'empêcher de dire qu'il eſt ridicule de voir qu'on ait affecté d'y mettre une ſi grande quantité de frontons ; les choſes qui réuſſiſſent le mieux ont beſoin d'être menagées, autrement quand elles ſont trop repetées, elles apportent plus de confuſion que d'agrément.

Soit qu'on faſſe les frontons triangulaires ou circulaires, la Corniche qui couronne le timpan, doit toûjours être ſemblable à celle de l'Entablement, il faut ſeulement remarquer que la partie de la cotniche qui ſert de baſe au fronton doit être ſans Cymaiſe, par-

ce que la Cymaiſe du reſte de la corniche, venant à rencontrer le fronton paſſe pardeſſus, comme on le peut voir dans les figures *X* & *Y*, de la Planche 48. dont il y en a une qui marque plus en grand que l'autre de quelle maniere la corniche du fronton doit ſe rencontrer avec celle de l'Entablement.

Quand il y a des modillons à la corniche de l'Entablement, on en met auſſi à celle du fronton, & ces derniers doivent ſe rencontrer à plomb avec ceux de l'Entablement. Vitruve dit que les anciens n'aprouvoient pas les modillons dans la corniche d'un fronton, parce que ſelon eux ces modillons n'ayant été imaginés que pour repreſenter des extrêmités de chevrons, c'étoit mal-à-propos qu'on en vouloit exprimer dans les pentes d'un fronton où il ne s'en pouvoit rencontrer; mais les modillons érant plûtôt des ornemens pour ſoulager la grande ſaillie du Larmier, que pour repréſenter des chevrons ou autres pieces de charpente, on ne doit point avoir égard à ces prétenduës raiſons, d'autant plus que ces ornemens ſont un très-bon effet, ſur tout quand on les employe dans de grands frontons.

Il eſt à remarquer que le nud du fronton; c'eſt-à-dire ſon timpan doit toûjours répondre à plomb ſur la friſe de l'Entablement qui eſt au-deſſous; cependant il eſt aſſez ordinaire de faire des ornemens de ſculpture qui repréſentent le caractere de l'Edifice, on y met quelquesfois les Armes du Roy ou des Trophées, quand il s'agit de quelque Bâtiment militaire, comme on l'a pû voir ſur pluſieurs Planches du quatriéme Livre.

Un Fronton pointu peut couronner juſqu'à trois Arcades ou trois grandes croiſées qui ſeroient dans le milieu de la façade d'un Bâtiment; mais le rond ne peut couronner qu'une Arcade agréablement, & quand on en voudra mettre deux l'un ſur l'autre, il eſt bon que l'un ſoit ceintré & l'autre pointu, & que ce dernier termine la façade en forme de Pignon. Il y a des Architectes qui ont mis fort mal-à-propos deux frontons l'un dans l'autre comme on en voit au vieux Louvre; mais en verité de pareilles licences mérirent d'être ſifflées & choqueront toûjours les perſonnes de bon goût.

Vitruve voudroit que toutes les parties qui ſont au-deſſus des colomnes & les Pilaſtres; c'eſt-à-dire qui ſont élevées au-deſſus de la vûë comme les faces de l'Architrave, la friſe, le timpan du fronton, les acroteres auſſi-bien que leurs figures ou ſtatuës, fuſſent inclinés en devant de la 12e partie de leur hauteur; mais n'ayant pas d'autre raiſon pour cela que d'expoſer ces parties plus à la vûë de ceux qui les regardent de bas en haut, je ne crois pas qu'on doive

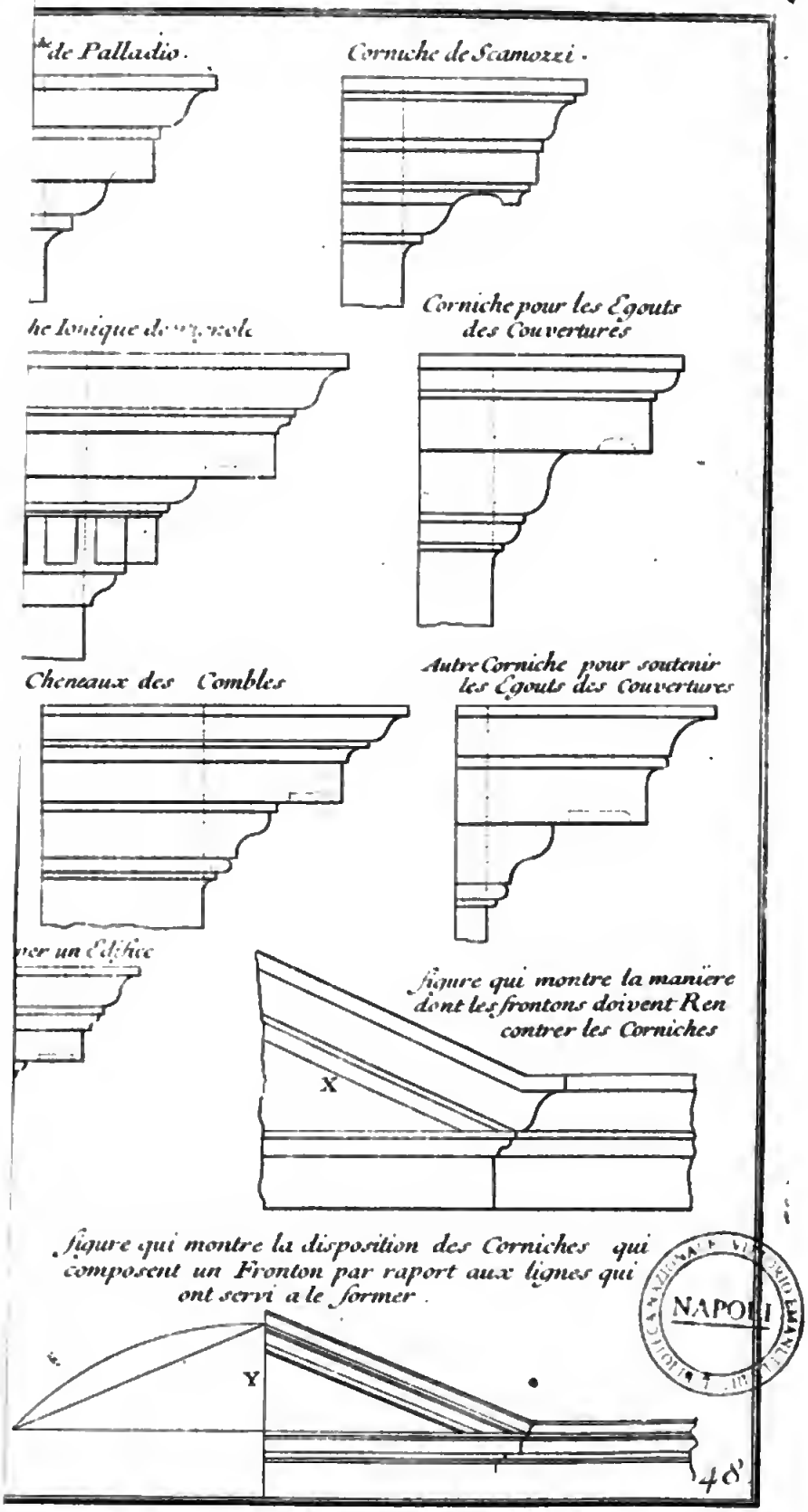
ſuivre ſon ſentiment qui n'eſt appuyé que d'une opinion particuliere qui préjudicieroit conſiderablement à la regle generale, qui veut que toutes les parties d'un Bâtiment & d'une belle Architecture ſoient bien à plomb, parce qu'autrement elles feroient un très-méchant effet étant regardées de côté d'où elles paroîtroient comme prêtes à tomber en devant. Cependant les Sculpteurs obſervent cette maxime de Vitruve fort judicieuſement à l'égard de leurs Statuës, lorſqu'elles doivent être élevées aſſez haut & qu'elles ne peuvent être vûës que pardevant & de bas en haut.

Je ne dis rien des Frontons coupés pour faire place à des Tableaux ou à des Cartouches, de ceux qui ſont briſés ſur le haut & repliés en dedans, des autres roulés en Volute, ni de ceux qui ſont renverſés la pointe en bas, n'y ayant rien de plus diſgracieux & de plus contraire à leur uſage, qui eſt de couvrir entierement ce qui ſe trouve au-deſſous.

Il me reſte à parler des *Acroteres*, qui ſont des petits Piédeſtaux que l'on met ſur le coin & au ſommet des frontons, afin d'y poſer des figures, comme on le peut voir ſur la 51e Planche. Scamozzy après avoir examiné la regle de Vitruve ſur ce ſujet, & y avoir trouvé pluſieurs deffauts, en preſcrit une que Mr Blondel approuve fort, qui eſt de faire la hauteur du Dé des Acroteres des coins, égale à la ſaillie de la corniche de l'Entablement, obſervant que celui du milieu; c'eſt-à-dire qui eſt poſé au ſommet du fronton, ſoit un peu plus élevé que les précedens.

La largeur du Dé des Acroteres ſuivant le même Architecte, doit être égale à celle du haut des colomnes auſquelles ils doivent répondre; mais ceci ne peut avoir lieu que quand l'on ne met qu'une Statuë à chaque coin, car ſi l'on avoit deſſein d'y placer un groupe de figure, il faudroit alors continuer la largeur des Acroteres & la faire mourir ſur les côtés du fronton.

On ne fait point ordinairement de baſe à ces ſortes de Piédeſtaux parce qu'elle ne ſeroit point vûë à cauſe de la ſaillie de la corniche de l'Entablement; ainſi après avoir fait la hauteur du Dé égale à la ſaillie de la Corniche de l'Entablement, comme nous le venons de dire, il faut le couronner par une petite corniche qui ſoit proportionnée à la hauteur du même Dé, obſervant de ne lui donner que peu de moulures, afin qu'on puiſſe les diſtinguer de loin.


de Palladio.
Corniche de Scamozzi.
Corniche pour les Egouts des Couvertures
Autre Corniche pour soutenir les Egouts des Couvertures
Cheneaux des Combles
figure qui montre la manière dont les frontons doivent Rencontrer les Corniches
X
figure qui montre la disposition des Corniches qui composent un Fronton par raport aux lignes qui ont servi a le former.
Y
48
NAPOLI

CHAPITRE DIXIE'ME.

Des Periſtiles ou Colonnates, des Arcades & des Niches.

L'On n'a rien imaginé juſqu'ici de plus grand & de plus ſuperbe pour orner les Bâtimens conſiderables, que les Periſtiles ou Portiques. Les anciens s'en ſervoient aux Temples, aux Baſiliques, aux Places & aux Marchez publics: nous avons en France des morceaux dans ce genre qui feront à jamais l'admiration des connoiſſeurs, entr'autres le Periſtile du Louvre à Paris, qui eſt aſſurement l'ouvrage le plus achevé & le plus parfait qu'il y ait: c'eſt encore ici comme en tant d'autres choſes, que les Architectes anciens & modernes ſont fort partagés, pour déterminer les Entre-Colomnes dans tous les ordres, car il eſt aſſez difficile de ſavoir à qui donner la préference: ce ſujet eſt pourtant eſſentiel pour la beauté & la ſolidité des Edifices, puiſqu'à le bien prendre c'en eſt là le point critique.

Quand les colomnes ſont izolées & qu'elles compoſent des colonnates, Vignole pour en regler l'intervale dans l'orde Toſcan, donne 4 modules deux tiers du fuſt de l'une au fuſt de l'autre, dans l'ordre Dorique 5 & demi, dans l'Ionique 4 & demi, & dans le Corinthien & le Compoſite 4 modules deux tiers comme au Toſcan, ce qui eſt aſſez extraordinaire d'avoir laiſſé des intervales égaux aux ordres les plus éloignés l'un de l'autre, comme ſont le Toſcan & le Corinthien, auſſi-bien que d'avoir fait les entre-colomnes Doriques plus grands que les Toſcans, contre le ſentiment de Vitruve, qui veut que les entre-colomnes des ordres maſſifs, ſoient plus grands que ceux des plus legers.

La regle de Scamozzy eſt differente, il donne 6 modules aux entre-colomnes Toſcanes, 5 & demi aux Doriques, 5 aux Ioniques, 4 & demi aux Compoſites, & 5 aux Corinthiens; ainſi il prend trois nombres proportionnels Arithmetiques entre 6, & 4 qu'il regarde comme les termes extrêmes de ces entre-colomnes, & pour ne point tomber dans la faute qu'il reproche aux autres Architectes, qui font tous leurs entre-colomnes égaux; il donne plus de largeur à celui du milieu des façades, qu'aux autres qui ſont à droit & à gauche, par exemple, ſelon lui il faut que l'entre-colomne du milieu pour l'ordre Dorique, ſoit plus grand que les autres

d'un Trigliphe & d'un Metope, & à l'Ionique, au Compoſite & au Corinthien plus grands d'un *Mutule.*

Les Regles précedentes ne ſont point ſi générales qu'on ne puiſſe quelquefois s'en écarter, parce que l'Entablement des ordres obligent à certaines ſujetions, auſquelles il faut avoir égard abſolument pour regler les Entre-Colomnes : il n'y a que l'ordre Toſcan qui peut s'exécuter ſans aucune difficulté, parce qu'on n'eſt pas gêné par les Trigliphes, les Denticules, ni les Modillons, car il ſuffit pour cet ordre que l'Entablement ſoit ſolidement établi, & n'aye pas trop de portée.

Il n'en eſt pas de même pour le Dorique, étant le plus difficile de tous à metre en œuvre, parce que la diſtance de ces colomnes eſt déterminée par les eſpaces des Trigliphes & des Metopes, car entre deux colomnes il ne peut y avoir que depuis un Trigliphe juſqu'à 5, prenant garde qu'on ne compte que ceux qui portent ſur le vuide, & non pas ceux qui ſont à plomb ſur les Colomnes. Pluſieurs n'ont pas voulu ſe contraindre à la préciſion que cet ordre demande, & ne ſont point embarraſſés de s'aſſujettir à faire les Metopes quarrés ; mais comme c'eſt juſtement de là que dépend la beauté de cet ordre, ceux qui n'ont pas ſuivi la maxime des anciens, n'ont pas été aprouvés, d'autres pour n'être contraints en rien ont exécuté l'ordre Dorique ſans Trigliphes ni Metopes, n'ayant mis nulle diſtribution dans la friſe, mais alors c'eſt le priver de ce qu'il a de plus beau pour en faire un autre auquel on ne ſait quel nom donner.

A l'égard des trois autres ordres, la ſujetion n'en eſt pas ſi grande pour regler les Entre-Colomnes, ne s'agiſſant que d'avoir égard à la diſtribution des Modillons & des Denticules, mais principalement des Modillons, parce qu'on doit obſerver pour regle conſtante, qu'il doit toûjours y en avoir un qui répond au milieu de chaque colomne, & c'eſt au jugement de l'Architecte, de proportionner ſi bien la grandeur, la ſaillie & l'eſpace des autres, que le tout puiſſe cadrer de maniere qu'il ne paroiſſe pas qu'on ait été gêné en rien.

Outre les cinq eſpeces d'Entre-Colomnes dont nous venons de parler, les modernes en ont inventé un ſixiéme que l'on nomme *Colomnes Couplées*, parce qu'elles ſont deux à deux fort près l'une de l'autre, par exemple, s'il y a pluſieurs colomnes de ſuite diſpoſées ſelon les regles précedentes, on accouple la 2e avec la premiere, la 4e avec la 3e, la 6e avec la 5e, c'eſt ainſi qu'on a fait le Periſtile du Louvre dont j'ai parlé, & quoi qu'il y ait peu d'exemples

ples antiques où cela ait été pratiqué, on a trouvé que les Colonnates dans ce goût là réuſſiſſoient ſi bien, qu'il n'y a preſque point de Bâtiment conſiderable où il n'y en ait.

Les Colomnes couplées n'ont ordinairement qu'un Piédeſtal commun, parce que devant être autant près l'une de l'autre qu'il eſt poſſible, ſi l'on vouloit que leurs Piédeſtaux fuſſent ſéparés, les corniches & les baſes de ces Piédeſtaux ſe trouveroient confondus enſemble, ce qui feroit un méchant effet. Cependant ſi les deux Colomnes pouvoient être aſſez éloignées l'une de l'autre pour ne pas mêler les corniches & les baſes des Piédeſtaux, elles pourroient avoir chacune le leur, ce qui eſt quelquefois néceſſaire comme quand deux Colomnes ſont élevées ſur deux autres, parce qu'alors il eſt à propos de rendre les Piédeſtaux legers.

Quand il y a pluſieurs Colomnes de file à une égale diſtance, ou même quand elles ſont couplées, on leur donne encore un eſpece de Piédeſtal commun qui regne ſur toute la longueur du Periſtile & n'eſt qu'à hauteur d'apui: & l'intervale qu'il y a d'une colomne à l'autre ſe remplit par une baluſtrade qui lie enſemble toutes les parties qui ſervent de ſoûbaſſement.

La régle la plus générale que l'on ſuit aux Arcades des portiques, eſt de leur donner pour hauteur deux fois leur largeur, & c'eſt ce que Vignole fait aux Arcades de l'ordre Toſcan, Dorique & Ionique; mais pour le Corinthien & le Compoſite, il leur donne pour hauteur un module de plus que le double de leur largeur, cependant comme les colomnes qui accompagnent ces Arcades apportent quelque changement à leur largeur parce qu'elle ſe fait plus grande quand il y a des Piédeſtaux aux colomnes que quand il n'y en a point: Voici encore ce que Vignole preſcrit pour ces deux cas.

Dans l'ordre Toſcan quand il n'y a point de piédeſtaux aux colomnes; il faut donner 6 modules & demi de largeur aux Arcades & 3 à leurs Jambages, mais quand les Colomnes ont des Piédeſtaux, la largeur des Arcades ſe fait de 3 modules 3 quarts & celle des Jambages de quatre.

Dans le Dorique ſans Piédeſtaux, il faut donner 7 modules de largeur aux Arcades & 3 à leurs Jambages, & quand il y a des Piédeſtaux, la largeur des Arcades ſe fait de 10 modules & celles des Jambages de cinq.

Dans l'Ionique ſans Piédeſtaux, la largeur des Arcades doit être de 8 modules & demi, & celle des Jambages de 3, & quand il y a des Piédeſtaux, il faut 11 modules de largeur aux Arcades & 3 aux Jambages.

Enfin aux ordres Corinthiens & Compoſites ſans Piédeſteaux, il faut donner 9 modules à la largeur des Arcades & 3 à celle des Jambages, & quand il y a des Piédeſtaux, la largeur des Arcades ſe fait de 12 modules, & celle des Jambages de trois.

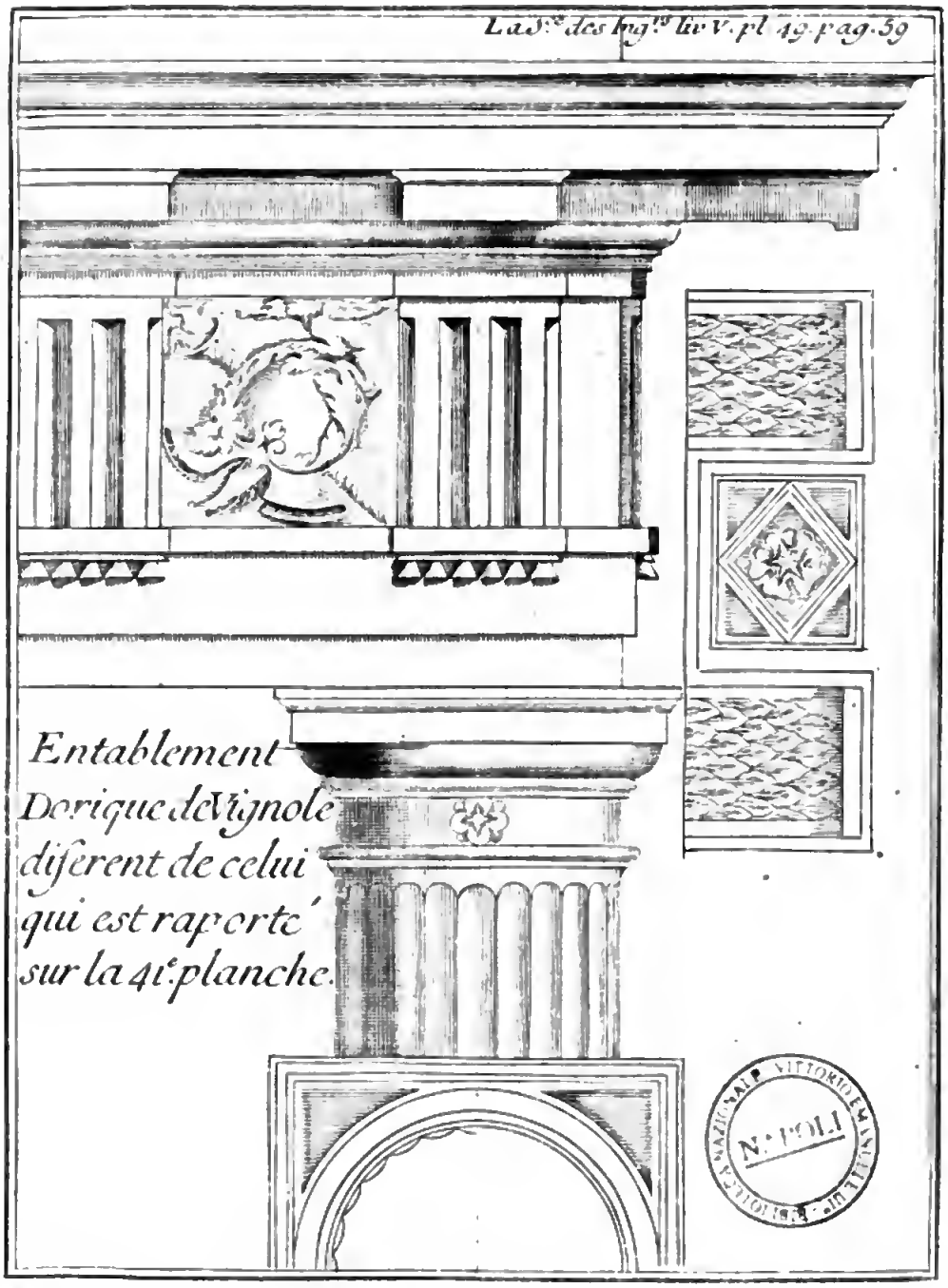
Quand les colomnes ſont engagées dans les Jambages, Vignole veut dans tous les ordres que la partie engagée, ne ſoit que les 3 quarts du denii diamêtre, Scamozzy ne ſuit pas tout-à-fait cette régle voulant que la colomne ſorte au juſte des 3 quarts de ſon diamêtre.

Comme il arrive ſouvent qu'on fait des Arcades ſans Colomne ni Pilaſtre, il eſt bon d'obſerver qu'il faut autant qu'il eſt poſſible donner à leurs Jambages, les mêmes proportions que s'il y en avoit, & de ne jamais faire les jambages plus larges que la moitié de l'Arcade, ni plus étroit que le tiers, & que les bayes ſoient toûjours plus grandes aux ordres maſſifs qu'aux plus délicats.

Pour empêcher que la ligne courbe de l'arcade en venant joindre la ligne à plomb de l'Alette, ne paroiſſe faire un jarret ou coude, on termine les piédroits par une impoſte qui n'eſt autre choſe qu'une petite Corniche dont la ſaillie ne doit point exceder les pilaſtres quand il y en aux jambages, ni la rondeur ou le plus gros des colomnes, & c'eſt ce que Vignole a parfaitement bien obſervé dans les deſſeins des impoſtes qu'il a donné pour tous les ordres, n'ayant pas ſuivi la plûpart des Bâtimens antiques où elles ont une ſi grande ſaillie, qu'elles ſemblent être plûtôt des corniches d'Entablement que des couſſinets pour recevoir la retombée des Arcades avec leurs Bandeaux ou Archivoltes.

Selon Scamozzy, les impoſtes des grandes Arcades dont les colomnes ne portent que ſur des Socles ſans piédeſtaux, doivent avoir de hauteur une treiziéme partie & demi de celle des jambages, il ajoûte que les Bandeaux de l'Arc ou Archivolte, ne doivent jamais avoir pour l'ordre Toſcan plus de largeur que la neuviéme partie de celle de l'Arcade & la dixiéme pour le Corinthien, ainſi entre ces deux proportions pour les autres ordres. A l'égard du boſſage de la clef qui excede le bandeau de l'Arc ſuivant le même Architecte, il le faut faire au moins de 2 tiers de modules, ou au plus d'un module, obſervant de lui donner moins de hauteur aux ordres ſimples & de l'augmenter à proportion aux ordres délicats: Ces boſſages peuvent recevoir des ornemens conformes à l'uſage du Bâtiment comme des Conſoles, des têtes d'animaux, des maſques, des caſques, &c.

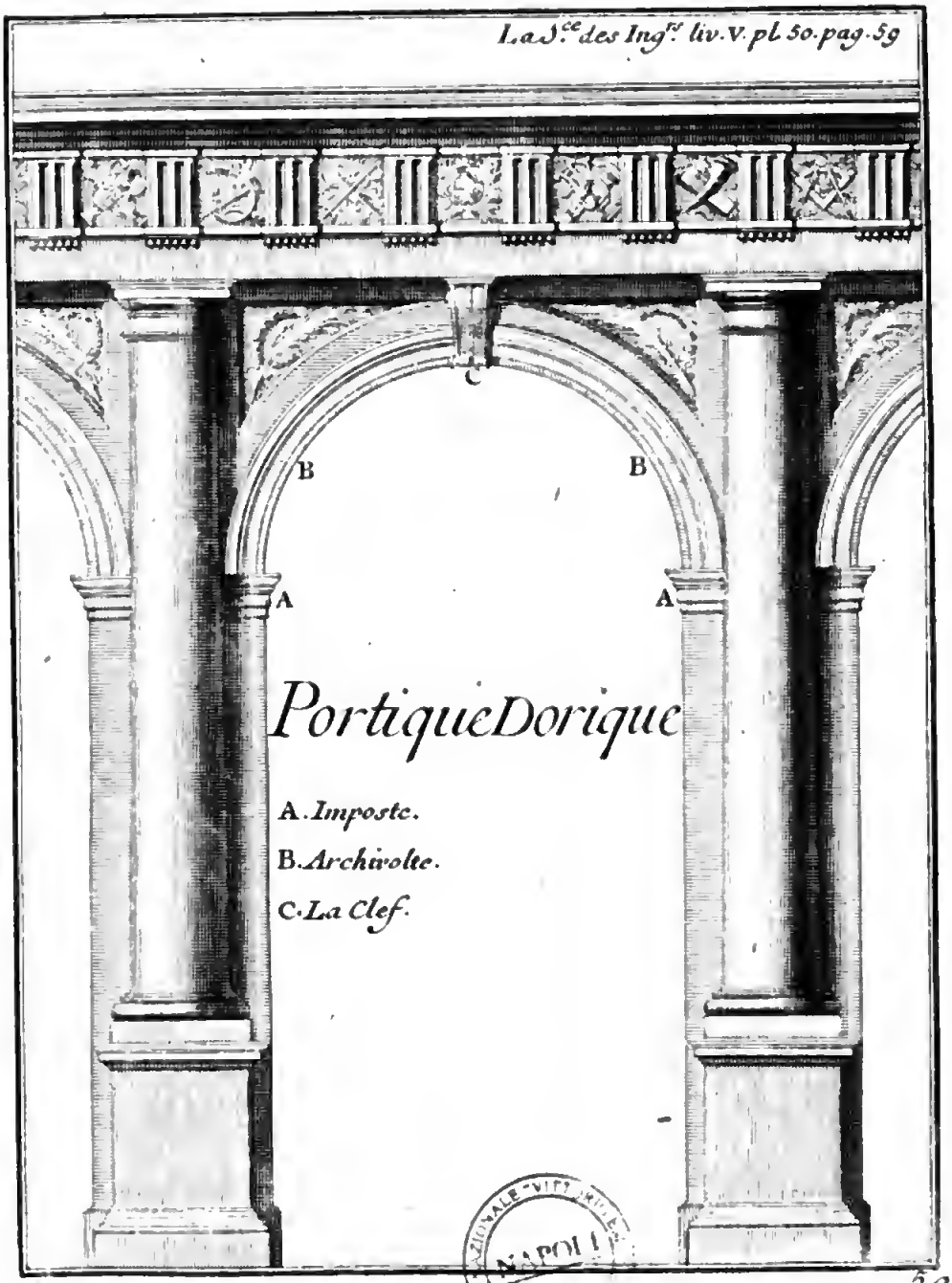
Pour donner quelque exemple de tout ce que nous venons d'en-



Entablement Dorique de Vignole diferent de celui qui est rapporté sur la 41.e planche.

N.° 1701

49.



Portique Dorique

A. *Imposte.*

B. *Archivolte.*

C. *La Clef.*

NAPOLI

Digitized by Google

ſeigner, on peut conſiderer un Portique Dorique repréſenté ſur la 50e Planche, par lequel on pourra juger de ceux des autres ordres; on verra de même, ſur la Planche 51 un autre Portique ſuivant l'ordre Ionique tiré des Edifices antiques de Rome, raporté par Mr de Chambray qui en parle comme du plus noble & du plus magnifique morceau qu'on puiſſe voir, il conviendra d'autant mieux ici, qu'on y verra l'aſſemblage de toutes les parties d'une ordonnance. PLANCH. 50.& 51.

A l'égard des moulures & des autres ornemens qu'on peut donner aux impoſtes & aux Archivoltes des Arcades ſuivant les ordres, on en peut voir des modeles ſur la Planche 42, par exemple les figures 2 & 3 pourront ſervir pour les Arcades faites ſelon l'Ordre Toſcan, la 7e pour le Dorique, la 8e pour l'Ionique, la premiere pour le Corinthien & la 6e pour le Compoſite les ayant deſſinées d'après Vignole, pour ce qui eſt des nombres qui en déterminent les proportions, ils expriment des parties de module, ſelon que le module eſt diviſé en 12 ou en 18 parties égales par raport à l'ordre dont il s'agit. PLANCH. 42.

Pour dire auſſi quelque choſe des niches que l'on creuſe dans les murs pour y placer agréablement quelques Statuës, l'on ſaura que leur plus belle proportion eſt de leur donner pour hauteur 2 fois & demi leur largeur, ainſi voulant faire une niche de 3 pieds de large, on donnera 6 pieds depuis le bas juſqu'à la naiſſance du demi cercle du cul-de-four qui termine le haut de la niche, & comme la hauteur de ce demi cercle ſe trouvera d'un pied & demi, celle de toute la niche ſera de 7 pieds & demi, c'eſt-à-dire de 2 fois & demi ſa largeur, pour ce qui eſt de l'enfoncement de la niche, il ſe fait preſque toûjours d'un demi cercle, dont le diamêtre eſt égal à celui de la largeur de la niche même.

Souvent les niches ont une impoſte & une Archivolte; la largeur de l'Archivolte ſe fait de la 6e ou 7e partie de l'ouverture de la Niche, & celle de l'impoſte de la 5e ou 6e partie de la même ouverture, l'une & l'autre doivent être compoſées de moulures qui ayent raport à l'Architecture du lieu; mais ſi la Niche étoit placée au-deſſous d'une impoſte entre deux Colomnes ou Pilaſtres, alors elle ne doit point en avoir, parce que deux impoſtes l'une au-deſſus de l'autre font un méchant effet; il ne faut pas non plus mettre de Niches entre les Pilaſtres, s'ils ne ſont éloignés l'un de l'autre de près d'un tiers de leur hauteur, autrement elles ſeroient trop petites & trop étroites; à l'égard de l'élevation des niches, le bas doit répondre au niveau des Corniches des Piédeſtaux, des Pilaſtres ou Colomnes qui les accompagnent,

Comme il doit regner une proportion entre la hauteur des Niches & celles des figures qu'on veut y placer, on obſervera de poſer la figure ſur un Socle, dont l'élevation ſoit égale à la moitié de la hauteur de la tête de la figure & que le menton de cette figure réponde à peu-près au niveau de l'impoſte de la Niche, ainſi la figure ayant 6 pieds, ſi on en ôte 9 pouces pour la hauteur de la tête qui en eſt ordinairement la 8e partie, il reſtera 5 pieds 3 pouces pour la hauteur du Socle, on aura 5 pieds 8 pouces pour celle de la niche juſqu'à l'impoſte, & 2 pieds 10 pouces pour ſa largeur, c'eſt pourquoi la hauteur ſous la clef ſera de 7 pieds un pouce. Si la figure avoit 9 pieds, on trouvera par la même régle que la hauteur de la niche ſous la clef ſera de 10 pieds 6 pouces. On peut donc de là rirer une régle pour la proportion de la hauteur des niches avec celle des figures, qui eſt d'ajoûter à la hauteur de la figure, autant de fois 2 pouces qu'elle a de pieds, ainſi pour une figure de 5 pieds, la niche doit être haute de 5 pieds 10 pouces.

CHAPITRE ONZIE'ME.

De l'aſſemblage des Ordres, ou de pluſieurs Ordres mis les uns ſur les autres.

QUAND on veut décorer un Edifice de conſéquence par pluſieurs ordres d'Architecture differens, poſés les uns ſur les autres, on doit obſerver pour régle générale que le fort porte le foible ; c'eſt-à-dire que l'ordre ſuperieur ſoit toûjours plus délicat que l'inferieur, ainſi il faut que le Toſcan ſoit ſous le Dorique, le Dorique ſous l'Ionique, l'Ionique ſous le Corinthien & le Corinthien ſous le Compoſite ; enſorte que les Axes des Colomnes ſe rencontrent toûjours en même aplomb.

Lorſque les Colomnes ſont entierement iſolées, & qu'elles portent tout le poids de l'Entablement, la régle de Vitruve eſt que celles du ſecond ordre ſoient toûjours un quart moindre en groſſeur que celles du premier, & celles du troiſiéme un quart moindre que celles du ſecond, parce que, dit-il, il eſt juſte que ce qui porte ſoit plus fort que ce qui doit être porté, & d'ailleurs pour imiter les Arbres dont la groſſeur diminuë toûjours à meſure que la tige s'éloigne de la racine.

Ce qui nous eſt reſté des monumens antiques ne s'éloigne guéres de cette régle, dit Mr Blondel, car les Colomnes du ſecond ordre du Portique de la Scene qui eſt au Théâtre de Pole en Dalmatie, ſont les trois quarts de celles de deſſous; celles du troiſiéme ordre du Settizone de Severe, étoient auſſi les trois quarts de celles du ſecond; mais celles du ſecond ordre étoient plus hautes à l'égard de celles du premier, car celles-ci ne ſurpaſſoient les Colomnes du milieu que d'une 6e partie; c'eſt-à-dire que la hauteur des colomnes de deſſous, étoit à celles des colomnes du milieu, comme 6 à 5.

Scamozzy blâme cette régle de Vitruve, diſant qu'elle n'eſt fondée ſur aucune raiſon; il veut que les Colomnes de deſſus prennent la meſure de leur groſſeur ſur celles de deſſous; c'eſt-à-dire que la groſſeur du pied de la colomne ſuperieure doit être la même que celle du haut de la colomne inferieure, comme ſi les colomnes des differens ordres provenoient d'un grand Arbre coupé par pieces, dont les morceaux étant poſés les uns ſur les autres ſuivroient leur diminution naturelle.

Serlio donne auſſi pour régle générale aux ordonnances que l'on doit mettre l'une ſur l'autre, que la ſuperieure ſoit toûjours les trois quarts de celle ſur laquelle elle poſe immédiatement, excepté aux Edifices qui ont un ruſtique nud pour premiere ordonnance, parce qu'il eſt à propos que celle qui eſt au-deſſus lui ſoit égale, car autrement les ordonnances plus hautes paroîtroient trop petites, & le ruſtique ſeroit trop élevé à proportion du reſte, les Ordonnances de cet Auteur ſont toutes avec Piédeſtal, ou toutes ſans Piédeſtal, afin que les ſuperieures étant diviſées en même proportion que les inferieures, les Colomnes & les Entablemens de deſſus, ſe trouvent toûjours les trois quarts de l'étage de deſſous.

Sans m'arrêter à rapporter les differentes régles que les Architectes ont donné pour la compoſition des ordonnances des Colomnes qui doivent être miſes les unes ſur les autres, Nous nous en tiendrons à celle de Scamozzy qui me paroît bien entenduë, c'eſt pourquoi je dirai une fois pour tout, que lorſqu'on voudra mettre deux ordres l'un ſur l'autre, il faut après avoir déterminé la diminution de la Colomne de l'ordre inferieur, ſe ſervir du demi diamêtre du haut du Fuſt pour le module qui doit régler l'ordonnance ſuperieure, par exemple, voulant mettre le Corinthien ſur l'Ionique, ayant vû dans le troiſiéme Chapitre que la Colomne Ionique ſelon Vignole devoit diminuer par le haut de 3 parties de chaque côté; enſorte que le diamêtre du ſommet du Fuſt ſoit réduit à un module 12 parties,

il faut faire une ligne égale à la moitié de cette quantité, c'eſt-à-dire qui vaille 15 parties, & s'en ſervir pour le module qui doit régler l'ordre Corinthien, après toutesfois qu'on l'aura diviſé en 18 parties égales, afin de ſe conformer aux meſures dont Vignole ſe ſert pour cet ordre, de même voulant mettre un troiſiéme ordre ſur les deux précedens; c'eſt-à-dire le Compoſite ſur le Corinthien, l'on verra que la colomne Corinthienne devant diminuer, de façon que le demi diamêtre qui eſt de 18 parties par le bas ſoit réduit à 15 par le haut, on ſe ſervira encore de ce demi diamêtre réduit pour le module qui doit régler la troiſiéme ordonnance.

La régle précedente ne doit pourrant pas être regardée comme ſi générale qu'on puiſſe s'en écarter quelquefois; car il arrive aſſez ſouvent qu'on eſt obligé d'aſſujettir la hauteur des colomnes à celle des étages, auſſi-bien qu'à la difference de leurs ordres; car tantôt il faut avoir égard à la proportion que la hauteur d'une façade doit avoir avec ſa largeur, tantôt à la hauteur de l'Edifice même; car à ceux qui ſont fort élevés, le grand éloignement de la vûë peut alterer conſiderablement les meſures ordinaires & les rendre differentes de celles dont on ſe ſerviroit dans les diſtances moins éloignées, & c'eſt ſans doute pour cette raiſon, dit Mr Blondel que l'Architecte du coliſée a donné plus de hauteur au Pilaſtre du dernier ordre, qu'aux colomnes Corinthiennes du troiſiéme, & à celle-ci plus de hauteur qu'aux Colomnes Ioniques du ſecond; car après avoir diſpoſé les deux premiers ordres, de maniere que les Colomnes Doriques du deſſous fuſſent plus hautes que les Ioniques dans le raport de 38 à 35, qu'il a pris comme celui qui répondoit aſſez juſte à leur élevation; c'eſt-à-dire à la diſtance d'où elles devoient être vûës, il a fait celles du troiſiéme ordre plus hautes que celles du ſecond, dans la raiſon de 37 à 35, & celles du dernier ordre encore plus hautes que celles du troiſiéme, dans la raiſon de 38 à 37, parce qu'il a crû que ces hauteurs dans un ſi grand éloignement, ſeroient raiſonnablement diminuées pour produire un bon effet aux yeux des Spectateurs.

La difficulté de bien déterminer les groſſeurs des colomnes que l'on met les unes ſur les autres vient de la rigidité de cette régle d'Architecture qui ne ſouffre pas qu'il y ait aucune charge dans le Bâtiment, qui porte à faux; & comme elle veut que la Plinthe de la baſe d'une Colomne réponde au vif du Dé du Piédeſtal ſur lequel elle eſt aſſiſe, que l'Architrave réponde au vif du haut de la Colomne, & la Friſe à celui de l'Architrave, auſſi-bien que le nud du Timpan du Frontiſpice, il faudroit ſur ce principe que la

Plinthe de la baſe du ſecond étage au cas qu'elle ſe trouvât poſée immédiatement ſur la Corniche du premier, répondit au vif du haut de la colomne de deſſous, & que les membres que l'on voudroit mettre entre-deux ſoit Socle, ſoit Piédeſtal, fuſſent ſitués de même. Mais ſi l'on donne à toutes ces parties la ſaillie qui leur convient ſuivant la nature de leur ordre, il arrive ou que le vif de la Colomne de deſſous ſe trouve le plus ſouvent reculé en arriere & en retraite hors de l'aplomb de celui de la colomne de deſſous, ou que ſon diamêtre eſt tellement diminué, que la colomne devient hors de meſure, ce qui preſente bien des difficultés qu'il n'eſt pas aiſé de ſurmonter.

L'Architecte du Coliſée, dit Mr Blondel, ne s'eſt pas ſoucié que les Colomnes ſuperieures fuſſent à plomb ſur celles de deſſous, au contraire il les a reculées de beaucoup en arriere, les poſant ſur les retraites du corps du mur, & par ce moyen il a eu toute la facilité poſſible pour que rien ne porte à faux.

» Nous avons un exemple de cette pratique, dit-il encore, au » Portail de l'Egliſe S. Loüis des PP. Jeſuites de la ruë S. Antoine » à Paris, où les Colomnes des ordres ſuperieurs ſe retirent par de» gré en dedans; ce qui ne paroît point de front, mais ſeulement » lorſqu'on les regarde de profil: & cela ſuivant le ſentiment de » quelques modernes, fait un méchant effet à la vûë.

» Ces mêmes Architectes pour éviter ces embarras, ſont d'avis » que l'on ne mette jamais de piédeſtaux dans les Ordonnances ſu» perieures; mais ſeulement des Socles ſous les baſes des colom» nes. Ce qui eſt contraire à la doctrine de Vitruve qui met des » piédeſtaux dans toutes les ordonnances de la Scene de ſon Théâ» tre & par tout ailleurs & à la pratique des anciens dont il y a » peu d'exemples de colomnes poſées l'une ſur l'autre ſans piédeſtal; » les Architectes modernes s'en ſervent preſque toûjours pour mar» quer la hauteur des appuis des arcs ou des fenêtres qui ſont dans » les entre-colomnes des ordres ſuperieurs.

N'ayant rien trouvé d'aſſez précis dans les Auteurs pour ſavoir quel parti prendre dans le choix de tout ce qui a été dit & exécuté au ſujet de la compoſition des ordres. Je ſuis obligé de convenir que cette partie de la Décoration eſt très-difficile & demande bien des connoiſſances qui ne peuvent guéres être dévelopées dans un traité auſſi abregé que celui-ci, c'eſt pourquoi tout ce que je puis faire de mieux eſt d'inſinuer quelques obſervations générales, laiſſant à ceux qui voudront s'appliquer particulierement à l'Architecture, de s'inſtruire plus à fond par la lecture des bons Auteurs, &

l'examen des Edifices les plus aprouvés qui eſt à la verité un travail plus grand qu'on ne penſe, ſi j'en juge parce que m'a coûté le peu d'acquis que j'ai dans ce genre d'étude.

Il ne paroît pas qu'on doive mettre plus de trois ordres de colomnes l'un ſur l'autre; car outre qu'un quatriéme ſe trouveroit avoir ſes Colomnes trop écartées pour leur hauteur, il ſeroit à craindre que quatre étages de Colomnes ne fuſſent point aſſez ſolides, cependant on pourroit faire le premier étage ſelon un ordre ruſtique pour ſervir comme de ſoûbaſſement au premier des trois autres.

Quand on met pluſieurs ordres de Pilaſtres les uns ſur les autres, on rencontre moins de difficulté pour regler la compoſition des ordonnances, que lorſqu'il s'agit des colomnes, puiſqu'alors il ſuffit d'avoir égard à la difference des étages, ſans que les ſaillies contraignent à aucune ſujetion génante.

Les Pilaſtres étant de même largeur en haut qu'en bas, il ſemble d'abord que la régularité voudroit que ceux qui ſont les uns ſur les autres fuſſent auſſi de même largeur. Mais deux raiſons obligent à faire le contraire, la premiere eſt que les ordres devant augmenter en délicateſſe, les Pilaſtres doivent auſſi augmenter en hauteur par raport à leur largeur. Or ſi le module demeuroit le même pour les ſuperieurs comme pour les inferieurs, il s'enſuivroit que les ordres & les étages augmenteroient en hauteur à meſure qu'ils s'éleveroient les uns ſur les autres : Ce qui ne conviendroit point, ſur tout aux façades qui n'ont point une grande élevation & dont l'œil de celui qui les regarde n'eſt pas fort éloigné des parties qui compoſent l'ordonnance.

La ſeconde eſt que s'il y avoit des colomnes avec des Pilaſtres, comme cela arrive ſouvent, le diamêtre des Pilaſtres ſuperieurs ſe trouveroit plus fort que celui du haut de la Colomne inferieure, ce qui cauſeroit encore un autre défaut contraire à la bonne Architecture.

Supoſant donc qu'on veüille mettre pluſieurs ordres de Pilaſtres les uns ſur les autres, je crois que la meilleure maniere eſt de commencer d'abord par régler la hauteur de chaque ordonnance ſelon les maximes de Vitruve; c'eſt-à-dire que l'étage ſuperieur ſoit toûjours les trois quarts de celui qui eſt immédiatement deſſous, enſuite on ſuivra ce qui eſt enſeigné dans le ſecond Chapitre page 14. comme s'il étoit queſtion de Colomnes, & alors le diamêtre des colomnes déterminera la largeur & la hauteur des Pilaſtres, par conſéquent la moitié de cette largeur, ou le demi diamêtre deviendra le module, qu'on n'aura plus qu'à diviſer en autant de parties égales

que

que le preſcrit Vignole pour l'ordre dont il ſera queſtion ; ainſi il ſera aiſé de régler toutes les parties de chaque ordonnance.

Lorſque les Pilaſtres ſervent d'arriere corps à des colomnes Iſolées, il faut prendre garde que ces Pilaſtres ſoient aſſez éloignés des colomnes, pour empêcher que les Chapitaux ne ſe confondent comme au Portail de la Sorbonne.

Quand on veut décorer un Edifice, & qu'on a des raiſons pour lui donner un air de ſolidité, il faut faire le premier étage d'un goût ruſtique, ſur lequel on pourra élever un ordre de colomnes ou de Pilaſtres, (car j'entens ici par premier étage celui du rez-de-Chauſée,) ſurquoi il eſt à remarquer qu'on peut faire le ſecond étage plus élevé que le premier, parce qu'alors le premier n'eſt regardé que comme le ſoûbaſſement du ſecond ; mais s'il s'agiſſoit d'un corps de logis qu'on voulut faire plus élevé que les aîles qui doivent l'accompagner, alors il ne faut pas que l'ordre de rez-de-chauſſée ſoit plus élevé que celui des aîles ; mais il doit par tout regner également, & ce ſera par le moyen d'un ſecond ordre qu'on donnera au corps de logis du commandement ſur les aîles.

Quand il y a des apartemens qui tirent du jour ſous des portiques par des Croiſées qui ont un appui, alors les Pilaſtres doivent avoir des Piédeſtaux de la hauteur même des appuis, ou pour mieux dire les Piédeſtaux doivent être continués & ſervir d'appuis aux croiſées; mais ſi ces croiſées n'avoient point d'appuis, & qu'elles deſcendiſſent juſqu'au niveau du Parquet des Appartemens, alors il vaudroit beaucoup mieux ne point donner de Piédeſtaux aux Pilaſtres.

On doit auſſi remarquer que des colomnes de differentes grandeurs, ne doivent jamais ſe rencontrer à côté l'une de l'autre, ne pouvant faire que des diſpoſitions très-déſagréables, de même quand on veut ajoûter quelques piéces à un Bâtiment déja fait, il faut bien ſe garder de le faire d'un autre ordre, au contraire il faut que la piece ajoûtée paroiſſe avoir été ordonnée par le même Architecte qui a conduit le reſte du Bâtiment, & pour tout dire enfin, il faut que les parties ſe rapportent au tout autant qu'il eſt poſſible, c'eſt ce qui ne ſe rencontre pas bien exactement au Palais des Thuilleries du côté du Jardin, la façade toute magnifique qu'elle paroiſſe eſt remplie de défauts inſuportables, parce qu'elle n'eſt compoſée que de pieces ajoûtées, dont le tout ne réüſſit pas des mieux, au lieu que ce qui avoit été fait anciennement étoit un morceau achevé dans ſon eſpece avant qu'on l'eût accompagné de ce qui devoit contribuer au deſſein general du Louvre.

Pour dire auſſi quelque choſe de l'ordre *Attique*, qui eſt un pe-

tit ordre toûjours élevé au-deſſus d'un plus grand, parce qu'il ſer de dernier étage pour terminer le haut d'une façade, il eſt bon qu'on ſache qu'on ne lui donne ordinairement pour hauteur que le tiers de l'ordonnance du deſſous lorſqu'il n'y en a qu'une ſeule; mais s'il s'en trouve pluſieurs, il peut avoir juſqu'à la moitié & même les deux tiers de celle ſur laquelle il eſt immédiatement aſſis.

L'ornement le plus ordinaire des Attiques ſe fait avec des *Pilaſtres racourcis*, que l'on nomme ainſi, parce que ces Pilaſtres n'ayant pas moins de groſſeur qu'en ont par le haut les Colomnes ou Pilaſtres qui ſont à l'ordonnance de deſſous, leur hauteur ne peut être aſſez grande pour ſe trouver conforme aux régles, puiſque le plus ſouvent ils n'ont tout au plus que 5 ou 6 fois leur groſſeur compris la baſe & le Chapiteau. Leur baſe ſe fait comme à l'ordinaire; mais les Chapiteaux ſont preſque toûjours quarrés; je veux dire auſſi haut que le Pilaſtre eſt large. L'on prend un 7e de cette hauteur pour l'Abaque, & le reſte eſt occupé par un vaſe renverſé d'un ſeul rang de feüillages pareil à ceux du Chapiteau Corinthien. A l'égard de l'Entablement, il doit être proportionné à la hauteur de ces ſortes de Pilaſtres; mais le plus ſouvent il n'eſt compoſé que d'une Corniche ſans friſe ni architrave.

Il y en a qui mettent un attique entre-deux étages à l'exemple de Vitruve, qui dans la deſcription de ſa Baſilique, ſemble placer une maniere d'attique entre-deux ordonnances de colomnes. Mais à vrai dire un attique qui ſe trouve ailleurs qu'au haut d'une façade, me paroît faire un méchant effet.

L'aſſemblage des ordres a fait naître une queſtion qui a fait beaucoup de bruit il y a 40 & 50 ans; ſçavoir dans quel goût on pourroit faire une ordonnance qui pût être élevée au-deſſus de l'ordre compoſite; c'eſt-à-dire inventer un 6e ordre qui eût au-deſſus du 5e les mêmes avantages en délicateſſe & en grace que le Compoſite peut avoir ſur les quatre autres, cet ordre qu'on devoit nommer l'*ordre François*, fut propoſé de la part du Roy à tous les ſavans Architectes de l'Europe avec un prix conſiderable pour ceux qui produiroient quelque nouveau deſſein qui mériteroit de porter un nom ſi glorieux; auſſi-tôt les habiles gens de toute nation & de tout pays, firent tous leurs efforts pour donner des productions de leurs genies; mais par une fatalité qui ne paroît preſque pas croyable, il eſt arrivé que d'un million de differens deſſeins qui ont été propoſés il ne s'en eſt pas trouvé un ſeul qui ait mérité le moindre applaudiſſement, Mr Blondel dit que la plûpart n'étoient remplis que d'extravagances, de chimeres gothiques & de fades alluſions; j'ai vû

auſſi pluſieurs morceaux qui n'avoient rien de recommandables, quoique fort vantés par des gens d'un certain rang, qui avoient apparemment intereſt de les faire valoir. Je conviendrai pourtant qu'il y a quelques profils de l'invention de *Sebaſtien le Clerc*, qui ne doivent point être confondus avec ceux dont je parle, le goût exquis de cet Auteur s'eſt aſſez fait admirer des gens les plus délicats pour avoir un ſentiment avantageux de ce qui vient de lui.

Quoique les peines que l'on ait priſes pour inventer un nouvel ordre, n'ayent pas fait beaucoup d'honneur au dernier ſiécle, on auroit pourtant tort d'en demeurer-là : il ſe rencontre quelquefois des genies heureux qui produiſent ſans effort ce que leurs prédeceſſeurs ont cherché en vain, car ce que la nature refuſe dans un tems, elle le donne quelquefois avec uſure dans un autre, nous admirons aujourd'hui les anciens Architectes, il en viendra peut-être par la ſuite pour leſquels on aura les mêmes ſentimens; mais en attendant l'on peut ſur un ordre compoſé, placer un ordre compoſé à l'exemple des anciens qui n'ont pas fait difficulté de mettre un Corinthien ſur un autre ; il ne ſeroit pas non plus mal-à-propos d'y mettre des Cariatides ou des Perſiques, parce que ne faiſant point d'ordre particulier, il ſemble qu'ils peuvent convenir l'un & l'autre à tous les ordres. Il ne faut pas avoir la délicateſſe de ceux qui ne veulent rien ſouffrir dans l'Architecture dont on n'ait des exemples antiques; car au ſujet de l'ordre compoſé, nous avons autant de droit de changer les penſées des Romains, que ceux-ci en ont eu d'alterer celles des Grecs; mais on ne le doit faire qu'avec beaucoup de ſageſſe ſans ſortir de certaines régles générales dans leſquelles on remarque que ces mêmes Romains ont toûjours renfermé leur invention ; car la plûpart des choſes qu'ils ont changé ou ajoûté ne ſont point eſſentielles à la beauté de l'Architecture, s'étant toûjours conformés aux régles légitimes.

Quelques Architectes de nos jours ont été bien plus hardis, ayant entierement abandonné les anciennes régles pour ne ſuivre que celles d'une folle imagination, & s'ils avoient eû beaucoup d'imitateurs, l'Architecture Gothique malgré ſon ridicule, auroit peut-être regné une ſeconde fois; l'Egliſe des Théatins à Paris, nous en offre un exemple qu'on ne devoit pas attendre d'un ſiécle auſſi éclairé que le nôtre; car il ſemble que celui qui l'a bâti ait voulu épuiſer tout ce que l'eſprit humain peut inſpirer de plus extravagant; non-ſeulement dans l'ordonnance, dont le goût eſt mille fois plus bizarre que ce que l'on a jamais vû dans le Gothique, mais même dans la diſtribution du terrain, qui pêche contre le ſens commun ;

qu'on me permette encore cette réflexion, rien n'eſt plus dangereux dans la ſocieté que ceux qui ne veulent pas ſe conformer aux maximes generalement reçûës ; car comme le mépris qu'ilsen font procede toûjours de ce qu'ils n'ont pas aſſez de capacité pour en connoître les avantages, ils cherchent à en établir ſuivant leur caprice, & quoiqu'ils donnent dans le faux, l'eſprit de nouveauté fait que bien des gens ſe rangent de leur parti, enſuite il ne faut plus que du tems, pour que les choſes les plus monſtrueuſes ſoient regardées comme des loix ſacrées : la raiſon veut en vain y trouver à redire, on lui impoſe ſilence, & ce n'eſt qu'en tremblant qu'on oſe ſe déclarer pour elle.

CHAPITRE DOUZIE'ME.

De la Diſtribution & de la Décoration des Edifices en général.

J'ENTEND par la diſtribution l'uſage qu'on doit faire d'un terrein dans lequel on veut élever un Bâtiment; cette partie de l'Architecture peut être regardée comme la principale & la plus eſſentielle, toutes les autres lui étant ſubordonnées ; en effet quand on mettroit colomnes ſur colomnes, que les profils ſeroient plus réguliers & plus délicats que ceux des plus beaux Edifices antiques, & qu'on employeroit les plus habiles Sculpteurs à la décoration, quel ſuccès pourroit-on en attendre ſi le terrain eſt mal diſtribué, que les principales parties n'ayent pas la grandeur, la nobleſſe & les dégagemens qui leurs conviennent, ou ſi l'on manquoit dans quelque point eſſentiel qui répugnât à la qualité du Bâtiment dont il s'agit ?

Il eſt vrai que cette partie a bien plus d'étenduë aujourd'hui qu'elle n'avoit autrefois, les François ont pouſſé la diſtribution à un point qui les met en cela fort au-deſſus des autres Nations ; nous avons en France & en Italie, des Palais faits dans les ſiécles précedens, dont l'exterieur eſt décoré d'une aſſez belle Architecture, tandis que la diſtribution des dedans n'a rien qui y réponde, on n'y trouve aucune commodité, il ſemble qu'on ait affecté d'en éloigner le grand jour & d'y faire regner un crepuſcule perpetuel, les cheminées occupent le plus grand eſpace des Apartemens, les Portes ſont petites & donnent une foible idée des lieux où elles conduiſent, mais quoique depuis un ſiécle on ait inventé un nou-

vel art de la diſtribution, il ne faut pas croire que tout ce qu'on bârit aujourd'hui ſoit exempt de deffauts ; par exemple on fait dans des Palais de conſéquence des Veſtibules,des Eſcaliers,des Salons, des anti-Chambres, des Chambres de parade, des cabinets & pluſieurs autres piéces de cette nature d'une grandeur au-deſſus de l'ordinaire & proportionnée à celle de l'Edifice, cela eſt en place, & il eſt permis de ſortir des proportions communes dans ces occaſions ; mais il eſt ridicule, comme cela eſt arrivé à pluſieurs Architectes,de faire de ſemblables pieces dans une place d'une médiocre étenduë, au lieu d'avoir menagé le terrein pour un meilleure uſage.

Il ne ſuffir pas d'employer aſſez bien l'eſpace que l'on veut occuper & de trouver à peu-après toutes les commodirés néceſſaires, il faut encore en faiſant la diſtriburion avoir égard à la décoration des dehors, ſoir par des avants-corps ou Pavillons proportionnés à la maſſe de l'Edifice, ſoit en plaçant les Portes & Croiſées, de maniere qu'elles faſſent une parfaite ſimetrie, ou en diſtribuant les Tremeaux ; enſorte qu'ils ſoient ſuſceptibles des ornemens qu'on voudra y mettre ; en un mot s'il n'y a un accord de toute parr, il ne faut pas croire qu'on ait l'approbation des perſonnes de bon goût. On peut dire au contraire qu'en mariant les dehors avec les compoſitions des dedans, on fait naître un plaiſir ſecret dans l'ame des Spectateurs qui ſans pouvoir rendre raiſon de la ſatisfaction qu'ils reſſentent, ne ſavent à quoi l'attribuer,quoiqu'ils ne voyent dans ce qu'ils admirent que des Croiſées, des Pilaſtres, des Maſques, des Conſoles & d'autres pareils ornemens qu'ils ont remarqué cent fois ailleurs ſans ſentir la même émotion.

Je ne ſaurois m'empêcher de dire qu'il eſt très-difficile pour ne pas dire impoſſible d'atteindre à ce rapport parfait des parties interieures d'un bâtiment avec celles des dehors lorſqu'un Architecte n'eſt pas maître abſolu de ſon ſujet, & qu'on dérange ſes idées le plus ſouvent pour des bagatelles ; car s'il mollit & qu'il ait affaire à des perſonnes entêtées & prévenuës d'une prérenduë capacité, il ne peut qu'être blâmé dans la ſuite, puiſqu'on le rendra reſponſable des fautes qu'on lui aura fait faire ; les demi ſavans ſont dangereux dans toute ſorte de genre ; mais ils ſont inſuportables en fait de Bâtimens, & le fâcheux eſt que tout le monde veur être Architecte.

Comme ce n'eſt point ici le lieu d'enſeigner à faire une diſtribution, & qu'on ne le pourroit même qu'en donnant les plans des plus beaux Horels de Paris avec les remarques néceſſaires, je me contenterai de dire qu'on ne ſauroit parvenir à faire un plan achevé ſi en compoſant celui du rez-de-Chauſſée on n'a égard aux ſuperieurs,

à commencer depuis les ſoûterrains juſqu'au comble, ſans ces précautions on s'expoſe à des inconveniens très-fâcheux & qui deviennent quelquefois irréparables, car ce qui rend une diſtribution parfaite c'eſt l'arrangement naturel de toutes les piéces de l'Edifice, dans leſquelles il faut conſerver la nobleſſe, la grandeur & la proportion qui leur eſt convenable.

Si nous avons ſurpaſſé les anciens dans la diſtribution, parce qu'ils pouvoient avoir moins de délicateſſe ou que nous jugeons mal de leur magnificence, on peut dire avec juſtice que nous ne ſommes que leurs copiſtes pour la décoration & que la plus belle Architecture de nos jours n'a de prix qu'autant qu'elle eſt conforme à la leur; mais il eſt plus difficile qu'on ne penſe de la bien imiter, puiſque quelque habile que l'on ſoit on ne peut jamais s'aſſurer du ſuccès ne travaillant pour ainſi dire que par conjecture, n'ayant point de principe démontré ſur leſquelles on puiſſe ſe déterminer. Si l'on peut ſe fonder ſur quelques regles certaines, ce ne peut être que ſur celle de la perſpective qui pourra faire connoître les vraies proportions qu'on doit ſuivre. On doit donc s'apliquer avec tout le ſoin poſſible à l'étude d'une ſcience ſi néceſſaire, & dont l'union eſt ſi étroite avec l'Architecture, qu'il eſt preſque impoſſible d'atteindre à la perfection de celle-ci ſans avoir une connoiſſance très-diſtincte de l'autre; car il ſe trouve dans la décoration des grands Edifices tant de parties differentes dont les unes ſont plus enfoncées que les autres, qu'il faut convenir qu'on ne ſauroit guéres juger de leurs effets par une ſimple élevation Géometrale.

PLANCH. 48. Les ſaillies les plus utiles & les plus belles pour décorer les Bâtimens ſont les Corniches, parce qu'elles les couronnent avec grace & conſervent le parement contre les injures de l'air, la hauteur & la ſaillie des Entablemens dépendent de l'élevation des Edifices & de la diſtance d'où ils doivent être vûs, les moindres corniches ſont en Chanfrain & n'ont qu'une moulure couronnée comme un gros Talon, un quart de rond, ou une Doucine avec quelques Filets ou Aſtragales, elles ne s'employent qu'aux bâtimens ruſtiques qu'on ne veut point décorer; mais quand on veut les faire plus riches, on peut employer à propos celles de l'Entablement d'un des 5 ordres, ſelon qu'on juge qu'elles pourront convenir à l'Edifice: ce qui ne ſe fait guéres que lorſqu'on employe tout l'entablement du même ordre, puiſqu'à le bien prendre il vaut mieux compoſer la Corniche exprès afin d'avoir égard aux circonſtances les plus eſſentielles, ſoit par raport aux differens effets que peuvent cauſer les moulures, où à la nature de la pierre qui ne ſe rencontre pas toûjours pro-

pre pout exprimer des patties délicates; la couleur même peut faire beaucoup, car ſi c'eſt une pierre colorée ou mêlée, il faut des moulures qui ayent beaucoup de relief & qu'on puiſſe diſtinguer aiſément, ſans quoi elles cauſent plus de confuſion que d'ornement, au lieu que ſi la pierre eſt blanche il y a moins de ſujettion à cauſe que la lumiere qui s'y réflêchit, fait que rien ne ſe perd dans l'ombre.

Pour qu'une corniche ſoit bien profilée, il faut que les moulures ayent entr'elles un certain raport, pour cela on évite que deux ou trois moulures ſemblables ſe rencontrent de ſuite ainſi que pluſieurs d'une même hauteur; car il doit ſe rrouver un contraſte dans leur diſtribution par l'opoſé qui regne entr'elles en les faiſant alternativement circulaires & angulaires, ou par la difference de leur grandeur: mais en général la ſaillie d'une corniche doit être à peuprès égale à ſa hauteur.

Quand le Bâtiment eſt fort exhauſſé & que ſon uſage le diſtingue des autres, un Entablement entier lui convient beaucoup mieux qu'une corniche ſeule & la maſſe en eſt couronnée avec beaucoup de grace, la proportion doit s'en déterminer en le faiſant comme s'il y avoit un ordre entier, cependant quand on le juge à propos, on peut en diminuer l'Architrave & la Friſe, ce qui doit ſe faire avec beaucoup d'art: ſi l'Entablement eſt tout entier, on doit enrichir la friſe de conſoles, & la Corniche de Modillons; on peut voir quelques exemples de tout ceci, en conſidérant les corniches & Entablemens qui ſont raportés ſur la Planche 48e, deſquels on pourra tirer des idées pour s'en ſervir dans l'occaſion.

Il eſt bon d'ajoûter qu'on ne doit jamais interrompre le cours d'une Corniche en la coupant à l'endroit des Lucarnes des étages en galetas, parce que cela choque le coup d'œil & eſt contre toutes les régles; je dirai auſſi que quand on veut déterminer la proportion des moulures, on peut au lieu de ſe ſervir des parties du module, commencer par tracer la plus grande moulure, enſorte qu'elle ait avec toute la hauteur le raport qui conviendra le mieux, enſuite diviſer la hauteur de cette moulure en autant de parties égales qu'on jugera à propos & s'en ſervir pour régler les autres parties.

Quant aux ornemens des fenêtres, les unes ſont compoſées d'un Chambranle ſimple ſans aucune moulure, les autres ont un chambranle avec des moulures & une corniche au-deſſus: enfin les plus belles ſont celles qui ont un Chambranle avec des Conſoles & un Fronton ſans montant aux côtés des chambranles.

Les grandes croiſées doivent avoir une Corniche aſſez ſaillante pour donner du couvert à ceux qui s'y préſentent, & alors on fait

porter cette ſaillie par deux Conſoles auſſi-bien que l'appui ou accoudoir qui termine la croiſée par en bas.

Les Conſoles de la Corniche doivent être auſſi larges en bas qu'en haut, afin qu'elles ſuivent régulierement le chambranle & le montant; la largeur du chambranle peut être d'une 6e partie de la Croiſée ou fenêtre. Au-delà du Chambranle, il y a une platte-bande qui lui ſert d'arriere-corps, elle peut avoir autant de largeur que le chambranle, ou un peu moins, elle ſert particulierement à placer les conſoles de la corniche, ſi la corniche n'eſt pas portée par des conſoles. Cet arriere-corps doit être moins large de moitié & ſans aucune moulure que celles qui compoſent ſa corniche. Les Conſoles qui portent l'appui doivent être placées au-deſſous du Chambranle & avoir même largeur, leurs enroulemens auront bonne grace s'il ſe portent en dehors par les côtés. La hauteur de ces conſoles peut être de la moitié de l'ouverture de la fenêtre tout au plus ou du tiers au moins; on les fait ordinairement plus étroites en bas qu'en haut, cependant j'aimerois mieux qu'elles fuſſent également larges. Souvent la hauteur du Perron termine le bas de ces Conſoles.

La principale Porte d'un Edifice étant la partie la plus remarquable de la façade, il faut néceſſairement qu'elle ſoit décorée à proportion de la conſéquence du Bâtiment, ſa grandeur doit même être aſſujettie à cette circonſtance, par exemple ſi la façade retient quelque partie d'un ordre d'Architecture, il faut pour le Toſcan & Dorique que la porte ait de hauteur un peu moins du double de ſa largeur, pour l'Ionique on pourra lui donner poſitivement le double de la largeur, & pour le Corinthien & le Compoſite un peu plus; quant à leur figure les plus belles ſont rondes ou quarrées; c'eſt-à-dire qu'elles ſont terminées par un demi cercle ou par une platte-bande, il y en a d'autres qui approchent de ces figures, comme celles dont le ceintre eſt en anſe de panier ou ſurbaiſſé, ou qui ayant la figure d'une platte-bande ſont un peu ceintrées. Quand on les fait comme cette derniere, le trait le plus parfait eſt celui qui ſe décrit ſur la baſe d'un Triangle équilateral dont le ſommet eſt le centre; je ne dis rien de celles qu'on fait à pan; c'eſt-à-dire terminées par pluſieurs faces, parce qu'elles ont mauvaiſe grace & ne ſont point aprouvées.

Si l'on veut avoir un Balcon au-deſſus de la Porte, on peut le faire porter par des colomnes quand le lieu le permet, en ce cas on fait ſaillir les ornemens d'Architecture, ou bien ſi l'on ne fait pas de colomnes, le Balcon eſt porté par des Conſoles; mais lorſqu'on eſt obligé

obligé de ménager la place, on fait des Pilaſtres ou avant-corps qui ont peu de ſaillie, quelquefois même on prend la porte dans un renfoncement, & alors les ornemens ſe diſtribuënt ſelon la néceſſité & les circonſtances.

A l'égard des Entablemens qui couronnent les portes, Scamozzy veut qu'ils ayent pour l'ordre Toſcan la 4e partie de la hauteur du vuide, & la 5e partie pour l'ordre compoſé, & qu'on prenne des moyennes proportionnelles entre ces deux ordres pour l'Ionique, le Dorique & le Corinthien ; enſuite la hauteur de l'Entablement doit être diviſé en 15 parties, dont on en donne 5 à l'Architrave, 4 à la Friſe & 6 à la Corniche & les moulures ſe font à proportion ; la largeur des piés-droits ou montans des chambranles & ſes moulures doivent être pareilles à celles du Linteau, dont le profil eſt ordinairement ſemblable à celui de l'Architrave.

Il faut autant qu'il eſt poſſible laiſſer les venteaux des grandes portes de toute leur hauteur, à moins qu'on en ſoit empêché par un entre-ſole. Si la Porte eſt ronde & qu'on y mette un dormant, il doit occuper la partie ceintrée, enſorte que l'impoſte continué ſerve de Linteau ; à l'égard de leur compartiment il y faut peu de panneaux, & que ceux d'enbas ſoient arraſés comme du Parquet, que la richeſſe des cadres & des moulures ſoient conformes à la décoration de l'Architecture ; ſi l'on pratique des ornemens de Sculpture, il faut qu'ils ayent peu de relief, faiſant enſorte qu'ils ſe trouvent dans l'épaiſſeur du bois ſans être adaptés.

Pour dire auſſi quelque choſe de l'interieur des Edifices, il faut convenir qu'on n'a jamais eu tant de goût qu'on en remarque aujourd'hui dans les Appartemens de conſéquence; la maniere d'orner les cheminées demanderoit elle ſeule un grand détail, ſi l'on vouloit raporter des exemples pour montrer l'art de mêler à propos le marbre, la Sculpture & le Bronze doré pour accompagner les glaces qui en ſont le principal ornement ; mais je renvoye le Lecteur au nouveau Livre *de la Décoration des Edifices*, par Mr Blondel, qui a traité ce ſujet à fond, & me contenterai de parler des autres ornemens qui ſemblent apartenir eſſentiellement à l'Architecture.

Les anciens au rapport de Vitruve, ornoient leurs Plafonds de bois précieux & d'ouvrages de Marqueterie fort riches par la diverſité des bois de couleur, de l'Yvoire & de la nacre de Perle dont ils compoſoient des compartimens qui étoient enrichis par des lames de Bronze. Il eſt conſtant que les Plafonds conviennent fort aux Salons & aux grandes piéces où la hauteur des Planchers donnent aſſez d'éloignement pour les voir d'une diſtance raiſonnable, parce

que dans les petites piéces il faut le moins de relief qu'il ſe peut. Pour faire la diviſion des compartimens, les cadres doivent répondre au vuide des murs, comme fenêtres & portes, ce que les Poûtres réglent aſſez facilement. Dans les grandes piéces il faut de grandes parties, particulierement une qui marque le milieu & qui ſoit differente des autres par ſa figure, par exemple elle doit être ronde ou octogone pour les piéces quarrées, & ovale pour les longues : les enfoncemens peuvent être ornés de Roſes tombantes qui ne doivent point exceder l'arraſement des Poûtres principales; les corniches ou Entablemens doivent être tellement proportionnés, que leurs profils ayent la même hauteur que s'il y avoit un ordre au-deſſous, parce qu'alors on eſt ſûr que la corniche ne ſera ni trop puiſſante ni trop foible lorſqu'elle ſera élevée à la hauteur de l'ordre qu'elle doit couronner; à l'égard de la friſe elle peut recevoir de beaux ornemens; mais il faut qu'ils ſoient répandus avec choix & avec goût, & qu'ils conviennent au lieu où ils ſont employés; mais pour régler d'une maniere generale la proportion que doivent avoir les Entablemens qui portent les Plaſonds, s'il n'y a qu'une Architrave ou impoſte, il faut ſelon Scamozzy qu'elle ait la 16e partie de la hauteur depuis le Plancher juſques ſous le Plaſond; & ſi le lieu permet d'y mettre une corniche, ſoit avec modillons ou ſans modillons, il faut qu'elle ait alors la 12e partie & demi de cette hauteur. Daviler veut qu'on donne aux corniches la 13e partie de la hauteur des Chambres, ou ce qui revient au même un pouce par pied, & cela pour les piéces qui auroient depuis 8 pieds juſqu'à 15 d'exhauſſement, & pour celles qui en ont davantage & où l'on a coûtume de faire des Entablemens, il prétend qu'un 10e de la hauteur conviendroit mieux.

Pour les ornemens des Portes des Appartemens, il faut en diviſer la hauteur en 15 parties, dont on en donnera 5 à l'Architrave ou Linteau, 4 à la friſe & 6 à la corniche, le Chambranle ne doit jamais avoir plus de 2 faces avec ſes moulures; on peut auſſi mettre des Conſoles avec de la Sculpture pour porter les corniches, & ces Conſoles portent ſur des petits montans au côté des Chambranles.

Je ne m'étends pas beaucoup ſur la décoration interieure des Edifices, parce qu'il eſt bien difficile d'y appliquer des régles auſquelles le caprice veüille ſe ſoûmettre; car ſur ce ſujet les Architectes ont tous les jours des idées nouvelles & s'il s'en trouve qui ont fait des choſes dignes d'admiration, il faut avoüer qu'il y en a auſſi un grand nombre d'autres qui en ont imaginés qui ne ſont

point ſuportables, & pour faire voir que je n'en parle qu'après les plus habiles gens, voici ce que dit Mr *Courtonne*, Architecte du Roy, à la fin de ſon *Traité de Perſpective*.

» Pour dire à preſent quelque choſe des parties interieures des » Palais & des Hôtels les plus conſidérables, on a fait de ſi grands » changemens à leurs décorations depuis une trentaine d'années, » qu'on ne s'y reconnoît plus aujourd'hui & l'on auroit le dernier » mépris pour un Architecte qui n'ajouteroit pas quelque nouveauté » ſinguliere à toutes celles qu'on a introduites depuis ce même tems » contre l'uſage & peut être même contre la raiſon & le bon ſens: » Je ſçai bien qu'on s'y eſt tellement accoutumé qu'il ſeroit dan- » gereux d'aller contre le torrent & de ſe roidir contre des modes » que trente années de preſcription ſemblent avoir aſſez autoriſées; » auſſi mon intention n'eſt pas de les cenſurer; mais on me per- » mettra de dire en paſſant que l'inconſtance de notre nation avoit » aſſez de matiere à s'exercer ſur les choſes de peu de durée, comme » ſont toutes celles qui ont du mouvement; les meubles, les car- » roſſes, les habillemens ſont de cette nature, au nombre deſ- » quelles on ne doit pas mettre les Edifices & tout ce qui en fait » partie, dont la durée doit aller juſqu'à nos derniers neveux.

» Il eſt vrai que des ornemens de Sculpture bien traités relevent » infiniment les beautés de l'Architecture & ſurtout dans les parties » interieures des bâtimens dont il s'agit en cet endroit; mais com- » me ils ne ſont à proprement parler qu'acceſſoires, & qu'on doit » toujours regarder la proportion de tous les membres d'Architec- » ture comme le principal objet, il ne faut s'en ſervir qu'avec beau- » coup de ménagement, ſi l'on veut que l'œil ſoit ſatisfait & qu'il » en goûte pleinement toutes les beautés: mais lorſqu'on jette des » ornemens ſur toutes les parties ſans choix & ſans néceſſité, il n'y a » plus que de la confuſion, l'œil ne ſait plus où ſe repoſer, l'Ar- » chitecture eſt cachée ſous ces voiles & rien ne nous frape, parce » que rien ne nous emeut aſſez pour le ſentir.

» Comme ces réflexions nous meneroient trop loin s'il falloit ci- » ter des exemples qui déplairoient ſans doute aux perſonnes inte- » reſſées, je me contenterai de dire que ce n'eſt pas encore aſſez de » retrancher la confuſion des ornemens de Sculpture, ſi l'on n'en fait » pas faire le choix qui dépend ordinairement de la qualité des em- » ploys & même des inclinations particulieres des Seigneurs qui » font bâtir. On pourra donc choiſir parmi tous les differens Tro- » phées ou attributs de guerre, de marine, de chaſſe, de mu- » ſique, de Science & tant d'autres que je pourrois nommer, ceux

» qui conviendront le mieux au ſujet que l'on aura à traiter, & c'eſt » à quoi l'on doit s'étudier le plus, quand on veut avoir l'approba- » tion des connoiſſeurs.

» Mais comme ces dedans ſont aujourd'hui d'une très-grande » importance par la grande dépenſe que la mode a rendu comme » néceſſaire, il faut que l'Architecte épuiſe tous les ſecrets de ſon » art à la diſtribution & l'arrangement de toutes leurs parties qui » conſiſtent dans une belle proportion, dans un choix délicat des » plus beaux profils & dans une grande varieté.

» J'entens par la proportion la hauteur qu'il faut donner aux » Corniches ſous les Plafonds, la diſtribution des Pilaſtres, Pan- » neaux, Cadres & autres parties des Lambris de menuiſerie dont » l'arrangement dépend de la grandeur des pieces, de leur hauteur » & des ſujetions cauſées par les portes, croiſées ou cheminées.

» Les profils qui ſe font dans ces pieces, ſont bien differens de » ceux que l'on fait au dehors, ils doivent être fort délicats, avoir » peu de ſaillie auſſi-bien que les ornemens de Sculpture qui s'y » font, & l'Architecte doit en faire lui-même les profils & ne s'en » rapporter jamais aux ouvriers.

» A l'égard de la varieté, elle doit regner dans toutes les pieces » d'un Appartement; c'eſt-à-dire que les deſſeins en doivent être » differens auſſi-bien que les Profils & les ornemens, avec cette » remarque que les premieres piéces ſe font pour l'ordinaire moins » riches que celles qui ſuivent.

» Enfin ſi l'on veut donner toute la perfection à ſon ouvrage il ne » faut pas ſe contenter de donner aux ouvriers un deſſein bien lavé » & cotté pour chaque piéce, on doit le faire crayonner en grand » ſur le lieu même où doit être poſé le Lambris & y faire deſſiner » le plus exactement que l'on pourra tous les ornemens qu'on vou- » dra y mettre, afin de pouvoir corriger, augmenter, ou diminuer » les parties qui paroîtront trop fortes ou trop foibles; car on juge » bien autrement de ces ſortes d'ouvrage quand on les voit dans leur » grandeur naturelle, qu'on ne fait ſur un deſſein réduit en petit, ce » que l'experience apprendra beaucoup mieux que le diſcours.

» On peut voir déja par le peu de remarques que nous avons fait » juſqu'ici que les connoiſſances néceſſaires à un bon Architecte, » ont plus d'étenduë qu'on ne s'imagine, & qu'il ne ſuffit pas d'avoir » exercé la fonction de deſſinateur pendant quelques années pour » en mériter le titre, comme cela n'eſt que trop ordinaire; car bien » loin d'avoir acquis la plus grande partie des Sciences qui ſont ab- » ſolument néceſſaires, on prend cette qualité ſans avoir même la

» pratique, ni cette experience conſommée dans les bâtimens & » qui ne s'apprend point dans le cabinet ; mais par des Travaux » pénibles & non interrompus. Il ne faut plus donc s'étonner ſi l'Ar- » chitecture a perdu beaucoup de ſon premier éclat depuis un cer- » tain nombre d'années, & l'on doit même apprehender que ce mal » n'augmente ſi l'on n'exige point d'autres diſpoſitions de ceux qui » ſe prévalent de cette qualité.

Comme ce diſcours de Mr Courtonne renferme pluſieurs choſes inſtructives, je n'y ai rien voulu changer, j'ai ſuprimé ſeulement un article où il m'a parû qu'il marquoit un peu trop d'aigreur contre quelques perſonnes de ſa profeſſion qu'il ne nomme pas à la verité ; mais dont l'aplication eſt à craindre, au reſte je reviens à l'explication de quelques ſujets qui doivent finir ce Chapitre.

L'on fait toûjours un *Peron* aux grands Bâtimens, comme à l'entrée d'une Egliſe, d'un Palais ou de tout autre Edifice conſidérable ; un Peron comme l'on fait eſt élevé par pluſieurs marches ou dégrés, dont le Pallier pour bien faire doit s'étendre ſur toute la largeur du Portail ; les marches ſelon Vitruve doivent être en nombre impair de 5 à 6 pouces de hauteur au plus, ſur 10 à 12 pouces de giron ; c'eſt-à-dire qu'il faut leur donner pour largeur environ le double de leur hauteur, afin de rendre la montée plus douce & plus facile.

Quand un Peron eſt élevé de 13 à 15 marches, il eſt à propos d'en interrompre la ſuite par un ou deux repos afin de n'avoir pas tant de dégrés à monter de ſuite, & que la vûë ne ſe trouve bleſſée en deſcendant une ſi grande hauteur ſans appui ; mais il faut ſurtout prendre garde que le Peron ſoit toûjours pratiqué dans la hauteur du ſocle ou ſoûbaſſement de l'Edifice, obſervant que quoique le ſoûbaſſement tienne lieu ici de Piédeſtal continuë, il ne doit avoir ni baſe ni corniche.

Pour faire auſſi mention des Baluſtres & Balûſtrades qui ſe pratiquent ſi utilement dans les Edifices, ſoit par la commodité ou ſeulement pour la décoration comme quand on en fait au-deſſus de la corniche des Entablemens pour égaïer une façade & la terminer avec grace, l'on ſaura que les Baluſtrades ne ſont autre choſe qu'une ſuite de Baluſtres compoſé d'une ou de pluſieurs travées terminés par des Piédeſtaux de même hauteur, le tout portant une tablette en maniere d'appui, ces travées doivent finir par des demi Pilaſtres joints aux Piédeſtaux, les Baluſtres ſe font de pluſieurs figures ; mais les ronds & les quarrés ſont préferables à tous les autres.

Au lieu de Baluſtres on fait quelquefois des entre-lacs qui n'ont

pas moins d'agrément, on les rend plus ou moins délicats ſuivant les lieux où ils doivent être placés, par exemple ceux qui ſont élevés au-deſſus d'un bâtiment qu'on ne pourra voir que de loin, doivent être plus maſſifs que ceux qui ſont faits pour être vûs de près.

Les Trophées compoſent encore dans l'Architecture un ornement fort noble, leur figure eſt un tronc d'Arbre chargé & environné d'armes de toute ſorte d'eſpece, leur origine vient des Grecs qui dreſſoient ſur le champ de bataille un tronc chargé des dépoüilles des ennemis pour marquer leur Victoire. Ces monumens étoient conſacrés à Mars, & l'on n'y pouvoit toucher ſans ſacrilege ſi on en juge, parce que raporte Vitruve dans le huitiéme Chapitre de ſon ſecond Livre, où il dit que la Reine Artemiſe ayant priſe la Ville de Rhodes, dreſſa un Trophée dans le milieu de la place avec deux Statuës de Bronze, dont l'une étoit élevée à ſa gloire & l'autre marquoit la Ville de Rhodes ſous des ſignes de ſervitude, & que les Rhodiens dans la ſuite n'oſant y toucher le renfermerent d'une enceinte, parce qu'ajoûte-il, il n'étoit pas permis d'ôter les Trophées conſacrées aux Dieux.

Les Trophées peuvent ſe faire dans toute ſorte de goût ſelon le genre de l'Edifice où on veut les apliquer, par exemple on en fait de Livres, de Spheres, de Globes & d'Inſtrumens de Mathematique, pour repréſenter les Arts & les Sciences, d'autres avec des Inſtrumens de Muſique, d'autres qui conviennent à l'Agriculture, d'autres enfin pour la Marine, les Manufactures & les Magaſins publics ou Arſenaux.

A l'égard des Trophées d'Armes qui ſont les plus ordinaires & les plus conſidérables, il ſemble que lorſqu'il s'agit de quelque Edifice Militaire, il convient beaucoup mieux de ſe ſervir des armes qui ſont en uſage aujourd'hui, que d'employer celles dont ſe ſervoient les anciens, nos Canons, nos Mouſquets, nos Mortiers, nos Bombes, nos Drapeaux, nos Picques, nos Tambours, nos Timbales, nos Trompettes, &c. ne ſont point moins nobles ni moins beaux à la vûë quand ils ſont diſpoſés enſemble avec Art, que les Boucliers, les Carquois, les Fléches, les Baliſtes, les Catapultes, les Beliers & les autres Armes des anciens. Au reſte tout ce qui s'appelle ornement doit dépendre du Jugement de l'Architecte; c'eſt en cela qu'on connoîtra ſon goût & ſa capacité, non-ſeulement dans l'invention des Sujets, mais dans la juſte aplication qu'il en ſaura faire.

Lorſque l'on veut décorer une place publique qui doit contribuer à la beauté d'une Ville, on ne ſauroit donner trop d'aparence

aux Bâtimens qui l'environnent. Or pour que la magnificence & l'utilité ſe trouvent de concert, il eſt à propos de pratiquer 2 étages dans la hauteur de l'ordonnance, & ſi on éleve le tout ſur un ordre ruſtique, l'ordonnance en aura une augmentation de beauté; c'eſt ce que l'on a fait avec beaucoup de ſuccès aux Places de Vendôme & de Victoire, à Paris.

On pourra élever une Baluſtrade au-deſſus de l'Entablement pour terminer agréablement la façade & cacher en partie le comble qui ne fait jamais un bon effet quand il eſt queſtion d'une belle Architecture; mais à propos des Baluſtrades, j'ai oublié de dire ci-devant que le Socle ſur lequel on poſoit les Baluſtres devoit avoir une hauteur égale à la ſaillie entiere de l'Entablement & même quelque choſe de plus; & qu'il falloit donner aux Baluſtres 2 pieds de hauteur comme on l'a pratiqué aux plus beaux Bâtimens de Paris; j'ajoûterai encore qu'il faut obſerver de ne point faire leurs travées ſi longues qu'on ſoit obligé d'employer pluſieurs piéces pour la Tablette, ce qui eſt contraire à la bonne grace & à la ſolidité; car rien n'eſt ſi ſec que de voir 15 ou 20 Baluſtres de ſuite ſans Pilaſtres & ſans aucune liaiſon, ainſi je croi que 9 ou 10 au plus par travées doivent ſuffire.

L'on met quelquefois dans le milieu des places publiques des Piramides qui ſont des Monumens ſervant à tranſmettre à la poſterité la mémoire des grands Princes, on les orne ordinairement d'un Trophée d'Armes, de figures, de bas reliefs, qui repréſentent leurs actions mémorables, leurs victoires, leur vertu, leur puiſſance & les ennemis qu'ils ont vaincus.

Une Piramide doit être d'une hauteur qui l'éleve au-deſſus de tous les Bâtimens des environs; enſorte même qu'elle ſoit vûë de la Campagne, & qu'elle faſſe un riche ornement pour la Ville ou elle ſera érigée. Il faut prendre garde auſſi qu'une Piramide doit être ſeule, autrement elle perdroit ſa veritable ſignification, qui eſt de repréſenter la gloire du Prince qui regne ou qui a regné.

Je ne finirois jamais ſi je voulois parler de tout ce qui peut appartenir à la décoration des Edifices, ce ſujet eſt ſi abondant, que plus on l'examine & plus l'on trouve matiere à de nouvelles reflexions, l'inclination dont je me ſens animé pour l'inſtruction des Lecteurs, fait que je voudrois ne leur rien laiſſer à déſirer & leur donner au moins une connoiſſance générale de tout ce qui peut s'offrir aux yeux; cependant je ſuis ſouvent contraint de retenir ma plume, crainte qu'on ne la trouve point aſſez intereſſante & qu'on ne ſe plaigne que je m'arrête à des choſes qui paroiſſent trop éloignées

de mon ſujet, il ne faut pourtant pas croire que c'eſt la paſſion d'écrire qui me guide, je me ſuis preſcrit des bornes & elles paroîtront peut être trop étroites quand on entrera bien dans mes ſentimens; car voici comme j'ai raiſonné en compoſant ce 5e Livre.

L'ouvrage que je veux donner au public a pour objet l'inſtruction des jeunes Ingenieurs & de tous ceux qui ont la conduite des Travaux pour le Roy ou pour les particuliers, les uns & les autres parlent ſans ceſſe Bâtimens, & je ſai par expetience qu'on n'en peut raiſonner juſte ſans en avoir fait une longue & pénible étude; peu de gens ont aſſez de loiſir & aſſez de courage pour lire 25 ou 30 gros Volumes qu'on ne peut avoir qu'en faiſant des dépenſes conſiderables dont on n'eſt pas toujours à portée, & que ce ſeroit leur abreger beaucoup de chemin de leur donner en peu de mots tout ce qui pourroit contribuer à les mettre en état non-ſeulement de travailler par eux-mêmes; mais de porter un jugement ſolide de tous les Edifices qui méritent quelqu'attention, ſoit que leur profeſſion les y engage ou ſeulement pour ſatisfaire leur curioſité, principalement ſur un ſujet qui étant purement de goût, tout le monde ſe croit en droit de blâmer ou d'aplaudir; je me ſuis donc chargé de toute la peine que pouvoit donner le ſoin de débroüiller & de mettre en ordre les penſées & les principes de tant d'Auteurs differens, dans l'eſperance qu'on ſeroit ſatisfait du motif qui me guide.

Fin du cinquiéme Livre.

LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE SIXIE'ME.

Qui comprend la maniere de faire les Devis pour la conſtruction des Fortifications, & celle des Bâtimens civils.

COMME l'on ne peut bien faire les Devis, ſans avoir une connoiſſance parfaite des ouvrages que l'on veut exécuter, il m'a paru qu'il convenoit de ne traiter cette matiere qu'après avoir enſeigné tout ce que l'on a vû dans les quatre premiers Livres : car pour bien dreſſer un Devis, il faut non-ſeulement ſçavoir faire un bon choix des materiaux, afin de ſpécifier les conditions de ceux que l'on voudra employer, & la maniere de les mettre en œuvre ; mais il faut encore régler les dimenſions des ouvrages, afin qu'on puiſſe voir toutes les particularités du projet juſques dans

les moindres parties. C'eſt dans un Devis qu'un Ingenieur habile peut donner des marques de ſa capacité, & c'eſt en effet l'endroit par lequel on peut en juger ſûrement ; car s'il a du goût & de bons principes d'Architecture militaire & civile, il le fera voir par les dimenſions qui ſeront preſcrites dans ſon Devis ; s'il a l'eſprit net & juſte, on y appercevra un ordre & un arrangement qui rendront intereſſans les ſujets les plus ingrats ; enfin s'il eſt capable de faire exécuter les travaux les plus difficiles, on en ſera convaincu par les détails bien circonſtanciés de tout ce qui doit entrer dans leur conſtruction ; ſa pénetration ira même juſqu'à prévoir les accidens qui pourroient ſurvenir, & rien ne lui échapera. On peut donc dire qu'un Devis doit être regardé comme le chef-d'œuvre de l'Ingenieur, & que c'eſt de-là que dépend abſolument l'exécution bonne ou mauvaiſe du deſſein que l'on a en vûë. Combien de fois n'eſt-il pas arrivé que de grands ouvrages ont échoüé faute d'avoir été précedés d'un bon Devis ? Et que ne pourroit-on pas alléguer pour en prouver la conſéquence ?

Dans l'uſage ordinaire ce ſont Meſſieurs les Directeurs des Fortifications qui font les Devis, & le plus ſouvent les Ingenieurs en chef ; mais comme il n'y a point d'Ingenieurs qui ne puiſſent ſe trouver dans le cas de projetter par eux-mêmes, on peut regarder ce ſixiéme Livre comme celui qu'il importe le plus de bien ſçavoir, puiſque, comme je l'ai déja dit, les autres qui précedent n'en ſont que l'introduction.

Le Devis eſt un mémoire inſtructif de toutes les parties d'un ouvrage qu'on veut conſtruire ; il explique l'ordre & la conduite du travail, les qualités & façons des matériaux, & généralement tout ce qui a rapport à la conſtruction & à la perfection de l'ouvrage.

Ses qualités principales ſont que toutes les matieres ſoient miſes dans un bel ordre, énoncées clairement & bien détaillées, ſans confuſion, n'omettant rien d'eſſentiel, & de ne laiſſer aucun équivoque qui puiſſe donner lieu dans la ſuite à des conteſtations avec les Entrepreneurs ; il doit être relatif au plan & profil du projet : quand il eſt revêtu de toutes ces conditions, il ſert de guide à l'Entrepreneur, aux Ouvriers & à l'Ingenieur même, parce qu'alors il aſſujettit les uns & les autres à travailler de concert & conformément à l'intention du Directeur, ou de celui qui a fait le projet.

Il n'y a point de ſorte d'ouvrage qui ne demande ſon Devis particulier ; mais comme il faudroit un détail infini pour en circonſtancier chaque eſpece, je me contenterai d'en donner une idée générale qui ſuffira pour en faire l'application à toute ſorte de tra-

vaux, & à ceux même dont je ne ferai point mention ; pour cela nous ſuppoſerons, comme nous l'avons fait juſqu'ici, qu'il s'agit de bâtir une Place neuve, dont tous les deſſeins ſont cottés & réglés définitivement, & qu'il n'eſt plus queſtion que d'en faire le Devis pour enſuite proceder à l'adjudication : en rempliſſant ce deſſein, je remettrai ſous les yeux du Lecteur toutes les differentes eſpeces d'ouvrages dont j'ai fait mention juſqu'ici ; mais avant cela il eſt à propos que je m'arrête un moment pour faire voir la diſpoſition générale d'un Devis tel que celui dont nous parlons.

Il faut commencer d'abord par faire mention de la ſituation de la Place & de ſon tracé, des principales pieces de fortifications qui doivent compoſer ſon enceinte, comme du corps de la Place, des ouvrages détachés & des chemins couverts, on doit dire un mot en paſſant des meſures qu'il faudra prendre pour établir le rez-de-chauſſée général, pour former la diſtribution des ruës ; de-là on paſſe aux dimenſions de chaque eſpece d'ouvrage, commençant par le corps de la Place, & continuant par les autres ouvrages détachés, & cela à meſure qu'il s'éloigne du centre ; on fait mention des épaiſſeurs que doivent avoir les murs au ſommet & ſur la baſe, de leurs taluds, retraites & empatemens, de la hauteur & épaiſſeur des contreforts, de la largeur & profondeur des foſſés, de la diſpoſition des chemins couverts & glacis, des voûtes, portes, ſouterreins & latrines, le tout en général ſeulement ; & c'eſt ce qui doit faire la premiere partie du Devis.

On entre enſuite dans le détail de la qualité des materiaux, comme des mortiers, ciment, ſable, chaux, pierre de taille, moilon, pierres de parement, carreaux & boutiſſes, joints, hauteur des aſſiſes, libages, fichages des pierres, fer, bois, pilotis, placage & gazonnage, ce qui forme la ſeconde partie ; & on continuë en reprenant chaque ouvrage l'un après l'autre ſuivant l'ordre de ſa conſtruction particuliere, détaillant toutes les précautions, aſſujettiſſemens, formes & régles du travail dans toutes leurs circonſtances, obſervant toûjours de commencer par le corps de la Place, comme il vient d'être dit, & d'en épuiſer la matiere avant que de paſſer aux autres ouvrages, qu'on doit enſuite traiter tour-à-tour avec la même méthode.

Enfin le Devis ſe termine par la conſtruction des Ponts, Puits, Magazins, Arſenaux, Hôpitaux, Pavillons & corps de Cazernes, quoique cependant il ſoit d'uſage de faire un Devis particulier pour ces derniers ; en tout cas on doit garder le même ordre pour ces ſortes de bâtimens, que pour la Place même, c'eſt-à-dire, déſigner

d'abord leurs dimenſions principales, parler enſuite de la qualité des materiaux, & ſuivre après en détail l'ordre de leur conſtruction, commençant par les gros ouvrages, & finiſſant par les legers, après quoi l'on met les conditions qui regardent les Entrepreneurs.

Voilà ce qu'on peut dire en général ſur l'ordre & l'arrangement des parties d'un Devis. Quant aux autres qualités qu'il demande pour être bien fait, elles ſe réduiſent, comme je l'ai déja dit, à la netteté & à la préciſion, c'eſt-à-dire, à diſtinguer chaque choſe clairement, à ne rien oublier d'eſſentiel, de même qu'à ne rien mettre d'inutile; à ne point faire des répetitions qu'autant qu'elles ſont abſolument néceſſaires pour un plus parfait éclairciſſement; à ne laiſſer aucune équivoque ou doute qui puiſſe donner matiere aux Entrepreneurs de conteſter, & à ſpécifier toûjours, autant qu'il eſt poſſible, la qualité & la force de chaque nature d'ouvrage, afin que l'Entrepreneur ſoit obligé de s'y aſſujettir, & que non ſeulement on ſoit en droit de lui faire exécuter ſon marché dans toutes ſes circonſtances, mais encore qu'il ne puiſſe trouver aucun fauxfuyant pour ſe diſculper des frais que le plus ou moins de propreté dans l'ouvrage, ou le plus ou moins de force dans chaque choſe, pourroit occaſionner.

Il ne faut pas non plus dans un Devis multiplier les titres mal-à-propos, ce défaut le rend ordinairement obſcur, & lui ôte cet air de netteté qu'il doit avoir. Il vaut beaucoup mieux renfermer ſous un ſeul titre toutes les matieres qui peuvent y avoir rapport, & les apoſtiller à la marge chacune en particulier, afin qu'on les puiſſe trouver du premier coup d'œil, quand l'occaſion le demande.

J'ai tâché de me conformer dans le modéle ſuivant, aux régles que je viens de preſcrire, & ſa lecture ſera plus inſtructive qu'un plus ample diſcours. On y trouvera la plûpart des dimenſions & des conditions qui ont été obſervées au Neuf-Briſac, que j'ai choiſi exprès préferablement à toute autre Place, à cauſe de l'eſtime que l'on fait de la beauté de ſes ouvrages. C'eſt effectivement le ſujet le plus parfait qui puiſſe être traité; cependant je ne m'aſſujettirai point au Devis primitif qui en a été fait, quoique je le prendrois ſans balancer, pour unique modéle, ſi cet abregé me permettoit d'entrer dans tout ſon détail.

J'ai ajoûté à la fin de ce Devis, deux planches qui ſerviront à développer la fortification du Neuf-Briſac; les Tours baſtionnées qui ſont repréſentées ſur la ſeconde, ne ſont point tout-à-fait conformes à celles qui ont été exécutées, parce que je les ai tirées d'un

nouveau projet que M. le Maréchal de Vauban a fait quelqu'années avant ſa mort, pour rectifier celui du Neuf-Briſac; mais comme la difference eſt très-peu de choſe, j'ai crû qu'au lieu d'y trouver à redire, on me ſçauroit bon gré d'avoir rapporté celles-ci préferablement aux autres qui ſont connuës de tout le monde; d'ailleurs il eſt bon que l'on ſçache que ces deux planches que j'ai fait graver il y a pluſieurs années, ne doivent point ſe trouver dans ce Volume-ci, leur véritable place étant dans celui où je parle de l'art de fortifier les Places, & de la maniere de faire les projets de Fortification que je mettrai au jour dans la ſuite; c'eſt pourquoi elles contiennent des lettres & des chiffres deſquels je ne fais point mention préſentement, parce qu'ils ont rapport à un diſcours qui n'eſt pas du ſujet que je traite ici; mais ſans s'en mettre en peine, il ſuffira en liſant ce Devis, de jetter de tems en tems les yeux ſur les deſſeins, afin d'avoir une parfaite intelligence de l'objet de chaque article, & on ne trouvera pas moins ces deux planches avec leur diſſertation dans le Volume dont je viens de parler.

MODELE D'UN DEVIS POUR UNE PLACE neuve, telle que le Neuf-Briſac.

Devis des ouvrages de Maçonnerie, Terre & Gazonnage, Charpente, Couverture, Menuiſerie & autres que le Roy a ordonné être fait pour la Conſtruction d'une nouvelle Place. On marque ici ſon nom & ſa ſituation.

I.

SITUATION DE LA PLACE.

Figure & ſituation de la Place.

LA Place ſera ſituée dans la plaine de.... ou ſur la Riviere de.... & ſera tracée ſuivant les meſures de ſon plan en octogone régulier, formant huit poligones égaux; ſur chaque angle deſquels ſera conſtruite une Tour baſtionnée ſuivant les dimenſions qui ſeront ſpecifiées ci-après.

Dehors de la Place.

Les dehors de la place conſiſteront en huit baſtions détachés, ou contregardes tracées ſur la capitale de ces Tours, huit tenailles devant les courtines, huit réduits, huit demi-lunes devant ces réduits, & un ouvrage à corne devant tel.... front; le tout enveloppé d'un chemin couvert.

Rez-de-chauſſée. Après que la Place aura été tracée, on fera courir le niveau tout au tour, & ſur ſes differentes élevations, on prendra un milieu pour établir le rez-de-chauſſée, ce qui ſe fera en abaiſſant les parties les plus élevées, & en relevant celles qui ſe trouveront trop baſſes. Ce même niveau réglera ceux de dedans & du dehors de la Place.

Diſtribution des ruës & pente pour l'écoulement des eaux. On fera en même tems la diſtribution des ruës qui doivent ſéparer les Places à bâtir, & on en marquera la deſtination par des grands piquets auſquels ſeront attachés des écriteaux de fer-blanc qui ſerviront d'indices; & pour avoir les pentes néceſſaires à l'écoulement des eaux, on relevera le centre de la Place de quatre pieds, & on chiffrera des piquets fixes qui régleront l'alignement des ruës, & indiqueront les rehauſſemens ou rabaiſſemens qu'il y aura à faire à chaque partie.

II.

DIMENSIONS DES PARTIES PRINCIPALES de la Place.

CORPS DE LA PLACE.

POLIGONE ET COURTINE.

Poligone. CHaque Poligone exterieur aura 180 toiſes de longueur d'un angle à l'autre.

Courtines Les Courtines auront 124 toiſes 4 pieds $\frac{1}{4}$ chacune entre les Tours, & ſeront coupées en deux endroits par des flancs de 4 toiſes 4 pieds, formées par le prolongement de ceux des contregardes.

Revêtemens des Courtines. Leur revêtement aura dix pieds deux pouces d'épaiſſeur au-deſſus des fondemens, y compris le chanfrain des trois aſſiſes de pierre de taille, ſera élevé de trente pieds depuis le deſſus des fondemens juſqu'à la hauteur du deſſus du cordon, où l'épaiſſeur ſera réduite à cinq.

Retraites & fondemens. Au niveau du fond du foſſé ſera faite une retraite de trois pouces de ſaillie au-dehors du nud dudit revêtement, & un peu au-deſſous une autre pareille retraite, de ſorte que les fondemens auront dix pieds huit pouces d'épaiſſeur par le bas, ſur trois pieds de profondeur. On obſervera les mêmes retraites, emparemens tant des Tours baſtionnées que des contregardes, tenailles, demi-lunes, réduits & autres pieces, ainſi il n'en ſera plus parlé dans la ſuite.

Contreforts.

Les contreforts ſeront conſtruits auſſi bas que le revêtement, & élevés à même hauteur ; on les eſpacera à quinze pieds de diſtance les uns des autres de milieu en milieu, & ils auront huit pieds de long, cinq de large à la racine, & trois à la queuë.

Remparts.

Pour ſuppléer aux affaiſſemens des terres, les Remparts ſeront élevés de trois pieds plus que la hauteur des revêtemens, & la ſurface de leur terre-plain ſera dreſſée ſur trente pieds de largeur en pente d'un pied & demi à prendre depuis la banquette juſqu'au talud interieur du même Rempart, qui aura les deux tiers de ſa hauteur ; ces Remparts ſeront ornés de deux rangs d'arbres qui formeront une allée ſur le terre-plain, & d'un troiſiéme qui ſera planté au pied du talud du Rempart.

Banquettes.

La Banquette aura quatre pieds & demi de large ſur un pied & demi de haut, taluant de trois pieds.

Les Parapets auront dix-huit pieds d'épaiſſeur au ſommet, & ſeront élevés par-devant de quatre pieds au-deſſus du cordon, & de quatre pieds & demi au-deſſus de la Banquette, formant une pente de deux pieds & demi du derriere au devant. Le talud du gazonnage interieur ſera du quart de ſa hauteur.

TOURS BASTIONNE'ES.

Tours baſtionnées.

Chaque Tour ſera compoſée de deux faces, deux flancs & une gorge de Maçonnerie ; chaque face aura deux toiſes cinq pieds huit pouces de long, meſurés au cordon ; chaque flanc ſix toiſes ; chaque demi-gorge ſept, & la capitale neuf toiſes deux pieds ſix pouces.

Revêtement & Parapet.

Son revêtement ſera élevé de vingt-huit pieds depuis le deſſus des fondemens où il y aura treize pieds un pouce d'épaiſſeur, juſqu'au cordon où l'épaiſſeur ſe réduira à huit pieds, & ſera ſurmonté d'un Parapet de maçonnerie de briques auſſi de huit pieds d'épaiſſeur & de ſix de haureur, dans lequel ſeront obſervées auſſi-bien qu'à l'étage inferieur, toutes les embraſures, évents & Guérites marqués dans les Plans & Profils.

Banquettes.

On élevera le long des faces deux Banquettes de maçonnerie, faiſant enſemble trois pieds de largeur ſur trois de hauteur.

Gorges.

Le mur des gorges n'aura que ſix pieds d'épaiſſeur au-deſſus des fondemens, & ſera érigé à plomb juſqu'à la hauteur du ſommet du Parapet des Tours.

Noyau & Voutes.

Au centre de chacune de ces Tours ſera fait un noyau de maçonnerie fondé auſſi bas que le revêtement, pour recevoir & ſou-

tenir les voûtes qui regneront le long des flancs & gorges; ces voûtes auront dix-huit pieds de longueur de vuide, & ſeront conſtruites à plein-ceintre. Au milieu du noyau ſera pratiqué un Magazin à poudre voûté auſſi à plein-ceintre de quinze pieds de largeur dans œuvre, & de vingt pieds de longueur.

Poternes. Il ſera fait aux deux côtés de chaque Tour une poterne voûtée pour communiquer aux contregardes, dont les allées déboucheront dans le foſſé à côté des flancs, & auront ſix pieds de largeur chacune juſqu'à la jonction du gros mur de la courtine, où le paſſage de la porte ſera maſqué de maçonnerie pour n'être ouverte que dans le beſoin, & réduit à quatre pieds & demi. Le mur qui ſoutiendra les terres du côté du Rempart, aura cinq pieds d'épaiſſeur au-deſſus des fondemens, où ſera faite une retraite de trois pouces de chaque côté, & cinq pieds & demi de hauteur juſqu'à la naiſſance des voûtes.

Paſſage & l'entrée des Tours. Le paſſage de l'entrée inferieure des Tours ſera auſſi voûté ſur douze pieds de largeur à l'endroit du rempart, & formé par deux murs qui auront chacun cinq pieds & demi d'épaiſſeur au-deſſus de leurs fondemens, avec trois pouces de retraite de chaque côté, & quatre pieds de hauteur au-deſſus du rez-de-chauſſée de l'interieur des Tours. Ces murs ſeront ſoutenus du côté des terres par des contreforts de ſix pieds de longueur, quatre & demi de largeur à la racine, & trois à la queuë.

Porte de l'entrée des Tours & eſcalier. A l'entrée de ces paſſages, & ſur l'alignement du retour du rempart, ſera faite une porte de pierre de taille avec ſes fermetures de huit pieds de longueur, & neuf & demi de hauteur ſous clef, dont les pieds droits ſeront prolongés en dehors juſqu'au pied du talud du rempart, formant deux aîles en rampe ſuivant le même talud, qui auront trois pieds d'épaiſſeur chacune aux extremités avec des ébraſemens de part & d'autre; & à chaque côté de cette entrée ſera fait un eſcalier de pierre de taille, dont les marches auront quatre pieds & demi de longueur ſur ſix pouces de hauteur, contregardé par un petit mur d'appui de deux pieds d'épaiſſeur.

GRANDES PORTES ET CORPS DE GARDE DES ENTRE'ES PRINCIPALES.

Portes d'Architecture. Sur le milieu des quatre courtines qui répondront aux entrées principales de la Place, ſera fait quatre grandes portes d'Architecture. La hauteur du frontiſpice de chaque porte ſera de huit toiſes

toiſes depuis le deſſus des fondemens juſqu'au deſſus de la corniche de l'entablement, & ſa largeur de huit toiſes trois pieds au deſſus du ſoubaſſement, ſur onze pieds d'épaiſſeur par le bas, & ſept par le haut, non compris la ſaillie des pilaſtres. Le fronton aura douze pieds d'élevation dans ſon milieu. Chaque porte aura neuf pieds neuf pouces de largeur entre les pieds droits, treize pieds de hauteur entre le ſeüil & la clef, & ſera décorée conformément au deſſein.

Paſſage. Le paſſage des entrées aura douze pieds de largeur dans œuvre entre les doſſerets, non compris la refuite des côtés. Il ſera voûté au deſſus de l'impoſte, & formé par des murs de cinq pieds de hauteur juſqu'audit impoſte, & cinq pieds & demi d'épaiſſeur au deſſus de leur fondement, faiſant retraite de trois pouces de part & d'autre. Ces murs ſeront ſoutenus de chaque côté par deux contreforts qui auront chacun ſix pieds de longueur, cinq de largeur à la racine, & trois à la queuë. Ce paſſage ſera garni de toutes ſes fermetures, ponts-levis, orgues & baſcules, conformément au deſſein, & ſera précedé d'un periſtile ou veſtibule de trente-huit pieds de largeur dans un ſens, & vingt-un & demi dans l'autre, qui ſera voûté à même hauteur que le paſſage de la porte, & ſoûtenu par des doſſerets & pilliers de pierre de taille de trois pieds ſur trois & demi d'épaiſſeur, cimetriſant avec la décoration des pieds droits du paſſage. *Veſtibule.*

La partie de ce periſtile qui regarde le dedans de la Place, ſera revêtuë de pierre de taille dedans & dehors ſur toute ſa hauteur, & aura cinq pieds d'épaiſſeur au deſſus des fondemens; elle ſera retraite de deux pouces à deux pieds au deſſus de ces fondemens, puis élevée de ſeize pieds depuis le deſſus de cette retraite juſqu'au deſſus du plinthe, formant trois arcades, dont celle du milieu aura dix pieds d'ouverture, les deux joignantes huit pieds ſeulement; toutes trois de quatorze pieds de hauteur.

Corps de garde. A droite & à gauche du même periſtile ſeront faits deux Corps de garde & une Priſon, dont les murs de face & de retour auront quatre pieds & demi d'épaiſſeur au deſſus de toutes les retraites; ces piéces ſeront éclairées par quatre croiſées de quatre pieds de largeur & huit de hauteur chacune, diſpoſées & décorées avec cimetrie, deux de chaque côté du veſtibule, & auront enſemble dix toiſes un pied de longueur de face du côté de la Place.

Logemens au deſſus & chambres aux angles. Le logement au deſſus ſera conforme en tout à la diſtribution figurée dans le deſſein, & ſa façade qui ſera percée de neuf croiſées, & réduites à deux pieds d'épaiſſeur, ſera élevée de dix-ſept

pieds depuis le deſſus du plinthe juſqu'au deſſus de l'entablement ; le tout décoré ſuivant les élevations du même deſſein, & ſurmonté d'un fronton, de quatre lucarnes & d'un comble de ſeize pieds de hauteur. La chambre aux orgues, la cage de baſcule & les eſcaliers à droite & à gauche des portes pour monter ſur le rempart, ſeront auſſi conſtruits ſuivant leurs plans & profils particuliers. Ces eſcaliers ſeront de pierre de taille, ils auront quatre pieds & demi de largeur dans œuvre, & un mur d'apui rampant de deux pieds & demi d'épaiſſeur.

POTERNES DE SORTIE.

Poternes de ſortie Dans le milieu de chaque courtine où il n'y aura point de grande porte, ſera faite une poterne pour communiquer aux tenailles ; l'on y deſcendra par un eſcalier de pierre de taille hors œuvre, voûté ſur ſix pieds de largeur, & ſurmonté à l'aplomb du talud ſuperieur du rempart, d'un mur de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur, & de quatre de hauteur au deſſus du terre-plein.

Paſſage. Son paſſage ſera enfoncé de cinq pieds au deſſous du ſol de la Place, & aura douze pieds de largeur. Ses portes ainſi que celles des poternes des Tours baſtionnées, auront quatre pieds & demi de largeur, & ſeront garnies de leurs fermetures d'une force convenable, obſervant de les maſquer toutes enſuite du côté du foſſé d'une bonne maçonnerie de quatre pieds à quatre pieds & demi d'épaiſſeur, & de pratiquer un petit évent dans ce maſque.

Les pieds droits de ce paſſage auront ſix pieds de hauteur & cinq d'épaiſſeur au deſſus de leurs fondemens, faiſant retraite de trois pouces de chaque côté, & ſeront ſoutenus par des contreforts de trois pieds de large à la racine, deux à la queuë, & quatre & demi de long.

Aqueduc. Et pour faciliter l'écoulement des eaux de la Place, ſera conſtruit au deſſous de ces Poternes un petit Aqueduc voûté de deux pieds de largeur dans œuvre, ſur trois de hauteur, dont les pieds droits auront chacun deux pieds & demi d'épaiſſeur. On en fera de pareils à chaque côté des quatre grandes portes.

SOUTERRAINS.

Souterrains Il ſera fait des ſouterrains ſous les briſures de chaque courtine ; qui ſeront l'office de flanc bas, à l'exception de deux ſeulement qui ſeront conduits en pente douce, & perceront du dedans de la

Place juſqu'au fond du foſſé pour y abreuver les chevaux en tems de Siége. Ces ſouterains ſeront pavés proprement, & fermés par des portes ſûres à chaque extremité, puis murées ſolidement pour n'être ouvertes que dans les beſoins preſſans; ils auront dix-huit pieds de largeur dans œuvre, leurs pieds droits ſept pieds & demi juſqu'à la naiſſance des voûtes, & quatre pieds & demi d'épaiſſeur, leurs contreforts ſix pieds de longueur, quatre de largeur à la racine, & trois à la queuë.

Eſcaliers

Pour deſcendre dans les premiers de ces ſouterrains, on pratiquera interieurement à leur entrée un eſcalier de pierre de taille de ſept pieds de largeur, fondé ſur un bon maſſif avec des murs d'apui d'un pied & demi d'épaiſſeur. Les pieds droits de cette entrée ſeront prolongés par dehors juſqu'au pied du talud du rempart, & ébraſés de ſix pieds de chaque côté. Ils auront cinq pieds d'épaiſſeur au deſſus des fondemens, & ſeront réduits à trois à leur ſommet. On obſervera de pratiquer dans un des pieds droits de ces ſouterrains & contiguëment à l'entrée, un petit magazin à poudre de huit ſur douze pieds de largeur dans œuvre, & d'élever ſur cette entrée un petit mur d'un pied & demi d'épaiſſeur qui ſurmonte de trois à quatre pieds le terre-plein du rempart. On obſervera de même toutes les cheminées, évens & embraſures qui ſont marqués dans le plan.

BASTIONS DETACHE'S OU CONTREGARDES.

Faces & flancs des contregardes.

Les faces des contregardes auront ſoixante toiſes de longueur chacune, & les flancs vingt-deux. Ces faces & ces flancs ſeront élevés à demi-revêtement depuis le deſſus de leurs fondemens, & auront dix-huit pieds de hauteur à l'angle du flanc & de la gorge, dix-huit & demi à celui de l'épaule, & vingt à l'angle flanqué, taluant d'un ſur ſix; ce revêtement aura ſept pieds huit pouces d'épaiſſeur au deſſus des fondemens, & à trois pieds près du ſommet dudit revêtement la maçonnerie ſera arrangée & réduite par ſon talud à cinq pieds d'épaiſſeur. Les trois autres pieds d'élevation ſeront continués ſuivant le talud du parement exterieur ſur trois pieds d'épaiſſeur par le bas, revenant à deux pieds & demi au ſommet.

Executé à Briſac.

Sur tout on aura ſoin d'élever ſur chaque angle flanqué un petit mur en forme de ſurtout de quarante-deux pieds de longueur, & de quatre & demi de hauteur, dont le couronnement ſe racordera à celui des faces par une rechûte en talud de douze pieds.

Gorges. Le revêtement des gorges aura deux pieds & demi d'épaiſſeur au ſommet, & ſeize de hauteur à prendre depuis le deſſus des fondemens, il taluera auſſi d'un ſur ſix, & ſuivra le profil des parapets, banquettes & remparts.

Contreforts. Les contreforts des flancs & des faces auront les mêmes dimenſions que ceux des courtines, & ſeront eſpacés du même intervalle. On les élevera à trois pieds près du ſommet des revêtemens. Ceux des gorges n'auront que quatre pieds de longueur, trois d'épaiſſeur à la racine, & deux à la queuë, & ſeront d'un pied plus bas que le ſommet des gorges.

Berme & parapet. Au niveau de la brique-de-cant qui terminera le revêtement des flancs & des faces, ſera faite une berme de dix pieds de largeur, ſur laquelle on plantera une haye vive, après quoi on continuëra l'élevation des remparts & des parapets de ces pieces, en parement de gazon ou avec placage ſeulement, en taluant des deux tiers de la hauteur. L'interieur de ces parapets auſſi bien que les banquettes, ſeront en tout ſemblables à ce qui a été dit pour ceux du corps de la Place, & leur extérieur ſurmontera de quatre pieds le niveau du terre-plein du rempart.

Remparts. Ces remparts auront trente pieds de largeur depuis le bord de leur talud interieur juſqu'au pied de la banquette, à l'endroit de laquelle ils ſeront élevés de dix pieds au deſſus de la berme des ouvrages avec pente d'un pied & demi du côté de la place, obſervant de les élever d'un pied plus à l'angle de l'épaule, qu'à celui du flanc & de la gorge, & de trois pieds à l'angle flanqué plus qu'à celui de l'épaule. Dans cette hauteur de dix pieds ſont compris les trois pieds qu'on donnera pour ſuppléer aux affaiſſemens des terres, & ces mêmes dix pieds joints aux quatre pieds du parapet, donneront en tout quatorze pieds de hauteur par devant de gazonnage ou placage. L'on obſervera auſſi les rampes néceſſaires pour la montée du canon, & elles auront onze toiſes de longueur ſur neuf pieds de largeur.

Communication. Il ſera fait un ſouterrain ſous le rempart de chaque flanc, pour communiquer aux tenailles; ſon paſſage ſera conduit en pente depuis l'interieur des contregardes juſqu'au niveau de la rampe, qui ſera priſe dans ces mêmes tenailles huit pieds au deſſus des fondemens, il aura ſix pieds de largeur, & ſes pieds droits auront trois pieds d'épaiſſeur, & cinq de hauteur juſqu'à la naiſſance des voûtes. L'entrée de ces ſouterrains ſera formée par un mur élevé à l'aplomb du talud ſuperieur du rempart par un profil de dix-huit pieds de longueur. Ces deux murs ſeront érigés perpendiculairement, & auront chacun trois pieds d'épaiſſeur.

TENAILLES.

Chaque tenaille ſera compoſée de deux faces qui auront vingt-huit toiſes de longueur chacune, & ſera revêtuë devant & derriere. Elle ſera coupée dans ſon angle rentrant par un paſſage pris ſous ſon parapet, & voûté de ſix pieds de largeur qui ſervira de communication aux demi-lunes par le milieu du foſſé. *Tenailles.*

Le revêtement des faces aura cinq pieds huit pouces d'épaiſſeur au deſſus des fondemens, & ſera élevé de neuf pieds taluant d'un ſur ſix par devant, à laquelle hauteur il ſera réduit à quatre pieds d'épais, puis ſera continué ſuivant le même talud juſqu'à trois pieds plus haut ſur trois d'épaiſſeur ſeulement, réduite à deux & demi au ſommet, obſervant que ce ſommet ne ſoit pas plus élevé que la ſurface du chemin couvert. *Revêtement.* *Executé à Briſac.*

A cette hauteur ſera faite une berme ſemblable à celle des contregardes, mais d'un pied ſix pouces de largeur ſeulement, & ſans haye vive; ſur laquelle on élevera le parapet de la tenaille en gazonnage ou placage, & ce parapet aura huit pieds de hauteur par dehors, & ſept & demi par dedans, avec une banquette de deux pieds de haut, du pied de laquelle le terre-plein de la tenaille ira gagner le ſommet de la gorge. *Bermes & parapet.* *Executé à Briſac.*

Les gorges n'auront que quatre pieds dix pouces d'épaiſſeur par le bas, & deux pieds & demi par le haut, elles ſeront élevées de quatorze pieds au deſſus des fondemens. *Gorges.*

Les contreforts des faces auront cinq pieds de long, quatre de largeur à la racine, & trois à la queuë, & ne ſeront élevés que de neuf pieds, ceux des gorges auront quatre pieds de longueur, trois de largeur à la racine, deux à la queuë, & ſeront de deux pieds plus bas que le ſommet des gorges, ils ſeront tous eſpacés à quinze pieds de diſtance les uns des autres de milieu en milieu. *Contreforts.*

Pour communiquer au pont qui forme le paſſage de la contregarde à la tenaille, il faudra pratiquer à l'extremité de ce pont une rampe de ſix à ſept pieds de largeur dont les côtés ſeront revêtus, & former deux autres rampes joignant l'angle des gorges de douze à quinze pieds de largeur, ſur trois toiſes cinq pieds de longueur, pour deſcendre dans le foſſé. *Rampes.*

DEMI-LUNES.

Les faces des demi-lunes auront quarante-huit toiſes de longueur chacune, & les flancs ſept. *Demi-lunes.*

Revêtement des demi-lunes, gorges & contreforts. Leur revêtement ſera de ſept pieds quatre pouces d'épaiſſeur au-deſſus des fondemens, de cinq à la hauteur de treize pieds, & de deux pieds ſix pouces au ſommet, faiſant en tout ſeize pieds d'élevation avec talud d'un ſur ſix. Les gorges auront quinze pieds de hauteur, & tous les contreforts de ces pieces ſeront entierement conformes à ce qui a été dit pour ceux des contregardes.

Bermes. Il ſera fait au niveau du ſommet du revêtement de ces faces & flancs, une berme de dix pieds de largeur garnie d'une haye vive, ſur laquelle ſeront élevés les remparts & parapets avec parement exterieur de gazonnage taluant d'un tiers, ou avec placage ſeulement taluant des deux tiers, ſur quinze pieds de hauteur à l'endroit des angles flanqués, & quatorze pieds aux angles d'épaule, y compris les trois pieds donnés pour l'affaiſſement des terres.

Parapets & banquettes. Les parapets & banquettes auront d'ailleurs les mêmes dimenſions qu'aux contregardes.

Rempart. Le terre-plein du rempart aura vingt pieds de largeur depuis le pied de la banquette juſqu'au bord du talud interieur, & ſera dreſſé en pente d'un pied & demi du devant au derriere. On y obſervera toutes les rampes & eſcaliers qui ſont figurés dans le plan.

Portes d'architecture. A chacune des quatre demi-lunes qui couvriront les courtines des entrées principales de la Place, ſera faite une porte d'Architecture de neuf pieds neuf pouces de largeur, & treize de hauteur ſous clef, avec les ornemens conformes aux deſſeins qui en ont été réglés.

Paſſage des entrées. Sera fait enſuite le revêtement du paſſage des entrées de ces demi-lunes, ſur toute la largeur de leur rempart & parapet, & les murs de ces revêtemens ſeront élevés à plomb de deux côtés juſqu'à la hauteur des parties qu'ils profileront ſur quatre pieds & demi d'épaiſſeur au deſſus des fondemens, avec retraite de trois pouces de chaque côté. Les contreforts auront cinq pieds de long, quatre de large à la racine, trois à la queuë, & ſeront eſpacés comme ceux dont il a été parlé ci-deſſus. Les paſſages ſeront accompagnés de leurs pont-levis, baſcules & deſcentes, ſuivant les meſures de leurs plans & profils particuliers.

REDUITS DANS LES DEMI-LUNES.

Reduits. Executé à Briſac. Les faces des réduits auront dix-huit toiſes de longueur, les flancs trois toiſes, & les retours des demi-gorges ſix, le tout bien revêtu. Le revêtement des faces & flancs aura vingt-trois pieds de hauteur depuis le deſſus des fondemens juſqu'au deſſus du cordon, ou l'é-

paiſſeur ſera réduite à cinq pieds, taluant par dehors d'un ſur ſix, de ſorte qu'il y aura neuf pieds d'épaiſſeur au deſſus deſdits fondemens, y compris les deux pouces de la ſaillie du ſoubaſſement.

Contreforts. Les contreforts derriere ce revêtement ſeront élevés à même hauteur que le deſſus du cordon, & auront ſept pieds de longueur chacun, quatre pieds de largeur à la racine, & trois à la queuë.

Parapets. Au deſſus du cordon ſera élevé le revêtement du parapet en maçonnerie de brique ſur quatre pieds de hauteur & trois d'épaiſſeur, & le revêtement ſera remblayé de douze pieds de terre qui formeront un parapet de quinze pieds d'épaiſſeur au ſommet, avec plongée de deux pieds & demi du dedans au dehors.

Banquettes, remparts & gorges. Les banquettes de ces pieces ſeront ſemblables à celles des demi-lunes; les remparts auront quinze pieds de largeur avec pente d'un pied & demi du côté de la Place, & dix pieds de talud interieur; les gorges ſeront revêtues comme celles des demi-lunes, & auront les mêmes dimenſions.

Communication. Quatre de ces réduits ſeront percés d'un paſſage de ſix pieds de largeur, revêtu & voûté pour ſervir de communication aux demi-lunes. Le revêtement de ce paſſage ſera élevé à plomb, & aura quatre pieds & demi d'épaiſſeur au deſſus de ſes fondemens, ſur autant de hauteur, où la maçonnerie ſera miſe de niveau pour commencer la naiſſance des voûtes qui ſeront conſtruites à plein ceintre. Les entrées & ſorties du paſſage auront quatre pieds & demi de largeur entre les pieds droits qui auront chacun double feüillure, ainſi que tous ceux des autres poternes, pour y poſer des portes de quatres pouces d'épaiſſeur. On obſervera dans ces réduits, comme aux demi-lunes, les rampes & eſcaliers néceſſaires pour établir les communications, & on y pratiquera de plus une deſcente au foſſé de trois pieds de largeur dans œuvre, ſur vingt de longueur, joignant le mur de la gorge qui ſera percé d'un paſſage de trois pieds de largeur pour communiquer au foſſé; le mur qui ſoutiendra les marches du côté des terres, aura auſſi trois pieds d'épaiſſeur, & le deſſus de cette deſcente ſera recouvert par une trape garnie de ferrures & ſerrures néceſſaires, pour empêcher qu'on n'y entre qu'en cas de beſoin. On formera auſſi quatre grands paſſages pour les voitures, ſemblables à ceux des demi-lunes, quatre réduits qui ſe trouveront ſur les entrées principales, & ſur chacun deſdits paſſages ſera érigé une porte d'architecture conforme à ſon deſſein particulier, de même qu'un petit corps de garde.

OUVRAGE A CORNE.

Ouvrage à corne. Les branches de l'ouvrage à corne auront cent vingt toiſes de longueur chacune, ſon poligone cent cinquante, ſes faces quarante, ſes flancs quinze, & ſa courtine ſoixante-neuf.

Tous les revêtemens de cet ouvrage, auſſi-bien que les remparts, banquettes & parapets, ſeront conformes en toutes choſes à ceux des demi-lunes, avec cette ſeule difference que la tête des branches ſera plus élevée de quatre pieds que leurs extremités, dont la hauteur ne ſurpaſſera pas celle du chemin couvert, obſervant encore de ne terraſſer les revêtemens que juſqu'à dix-huit toiſes près dudit chemin couvert, & de diminuer la largeur du rempart depuis le canal de l'Hôpital qui y ſera renfermé, juſqu'à cette diſtance, de maniere que le tout ſe réduiſe dans le cours des dix-huit toiſes ci-deſſus marquées aux banquettes pures & ſimples.

Barbettes. On obſervera au ſurplus de faire des batteries à barbettes ſur les pointes des baſtions & demi lunes de l'ouvrage à corne, qui ſeront retournées de ſept à huit toiſes de part & d'autre des angles flanqués.

Revêtement du paſſage du canal. Vis-à-vis le rempart ſera fait le revêtement en parement de pierre de taille du canal qui traverſe les deux longs côtés, & cela ſur ſept pieds & demi d'épaiſſeur, non compris ſix pouces pour les retraites des fondemens. On fera auſſi des arcades de pierre de taille aux entrées & ſorties dudit canal, & on y pratiquera les couliſſes néceſſaires pour leurs fermetures. Le reſte de ce paſſage qui ſera compris entre les arcades & le talud des banquettes, ſera voûté de briques ſur trois pieds d'épaiſſeur, & recouvert d'une chape de ciment *.

* comme il eſt dit dans le 3e. Livre.

FOSSEZ.

Largeur des Foſſez. Les foſſez du pourtour de la Place auront les largeurs ſuivantes, meſurées à l'aplomb du cordon, ou du trait principal des ouvrages & du ſommet de la contreſcarpe. Sçavoir aux angles flanqués des Tours baſtionnées, ſept toiſes; vis-à-vis le milieu des courtines, ſeize toiſes trois pieds; entre les contregardes & les tenailles, cinq toiſes, vis-à-vis le milieu des faces des contregardes, quinze à ſeize ſelon le beſoin qu'on aura de terre; vis-à-vis les faces des réduits, ſix toiſes; vis-à-vis celles des demi-lunes, dix; vis-à-vis les branches & demi-baſtions de l'ouvrage à corne, dix; vis-à-vis la demi-lune de cet ouvrage à corne, ſept.

Tous

Tous ces foſſez en général ſeront approfondis de quatorze à quinze pieds au deſſus du rez-de-chauſſée de la Place, & revêtus d'un mur de pareille hauteur taluant de ſon ſixiéme par dehors, & réduit à trois pieds d'épaiſſeur au ſommet. *Profondeur & revêtement des foſſez.*

Il ſera fait en même tems des contreforts derriere le mur à quinze pieds de diſtance les uns des autres de milieu en milieu, dont la longueur ſera de quatre pieds, la largeur de quatre & demi à la racine, & de trois à la queuë, & la hauteur un pied plus bas que le ſommet du revêrement. *Contreforts.*

En faiſant la diſtribution de ces contreforts, on aura ſoin d'en placer deux à l'endroit de toutes les traverſes du chemin couvert, afin que les profils des traverſes qui ſeront auſſi revêtus, en ſoient mieux ſoutenus & plus ſolidement établis. Ces contreforts doivent avoir un pied de largeur & ſix pouces d'épaiſſeur en tous ſens plus que les précedens.

Quant à l'excavation des grands foſſez de la Place, il faut avoir attention de donner près de vingt pieds de profondeur vis-à-vis les angles flanqués des contregardes, & de remonter inſenſiblement vers le milieu des tenailles & courtines. On obſervera encore d'approfondir le petit foſſé qui ſera entre le derriere des tenailles & les petits flancs des courtines, de trois ou quatre pieds plus que celui de la Place, afin qu'il puiſſe y avoir de l'eau en tout tems. Pareille attention ſera faite le long des flancs des contregardes, & le revêtement de ces parties qui ſera fondé plus bas que les autres à proportion.

CHEMIN COUVERT.

Tous les chemins couverts ſeront tracés parallelement aux foſſez de la Place ſur cinq toiſes de largeur, à compter depuis le pied de la banquette juſqu'au bord de ces mêmes foſſez, & ſeront dreſſés en pente d'un pied & demi du côté des ouvrages, on y obſervera tous les petits retours, redans & traverſes qui ſont figurés ſur le plan. *Chemin couvert.*

Les Places d'armes auront dix toiſes & demi de gorge, & treize de face. *Places d'armes.*

Les traverſes dix-huit pieds d'épaiſſeur meſurés au ſommet, & les banquettes cinq pieds de largeur, un pied & demi de hauteur, & trois pieds de talud. *Traverſes.*

Le parapet ſera élevé de quatre pieds & demi au deſſus de la banquette, & revêtu de deux pieds & demi d'épaiſſeur avec talud d'un *Parapet.*

ſixiéme par devant juſqu'à un pied $\frac{1}{2}$ près du ſommet, qui ſera enſuite achevé en gazonnage, & bordé, ainſi que les traverſes, d'un rang de paliſſade plantées & conditionnées, comme il eſt dit en ſon lieu.

Paſſage de ſortie. Le Parapet ſera coupé en pluſieurs endroits le long des branches du chemin couvert, & dans les faces des Places d'armes, par des paſſages de ſortie de dix à douze pieds d'ouverture, dont la rampe ſe prendra dans le glacis, & s'étendra à deux ou trois toiſes. Ces paſſages, de même que ceux qui aboutiſſent aux entrées principales de la Place, ſeront revêtus de maçonnerie, & fermés par des barrieres de force ſuffiſante à deux venteaux; on poſera auſſi des barrieres à un ſeul ventail au paſſage de chaque traverſe.

GLACIS.

Glacis. La glacis ſera bien dreſſé & parfaitement ſoumis à la découverte des contregardes & demi-lunes, deſquels il ſera défendu; il ſera étendu de vingt-cinq ou trente toiſes au moins, & ſa pente ſera reglée ſuivant le ſommet du parapet du chemin couvert, fichant à un pied au deſſous du ſommet des parapets, des demi-lunes & contregardes.

PONTS.

Ponts-dormans. Il ſe fera des ponts de charpente de quinze pieds dans œuvre, ſur les travers tant du grand foſſé, que de ceux des réduits, demi-lunes & tenailles des quatre entrées principales de la Place, dont les fermes ſeront eſpacées à douze pieds les unes des autres de milieu en milieu, & poſées ſur une pile de maçonnerie de pierre de taille d'un pied & demi de largeur, & d'un pied de hauteur au deſſus du fond du foſſé.

Il ſera fait auſſi les petits ponts de communication des Tours baſtionnées aux contregardes, & des contregardes aux tenailles, qui auront chacun cinq pieds de largeur dans œuvre, & ſeront conſtruits avec les mêmes précautions que les précedens.

Tous les ponts-levis des entrées principales joignant les courtines & demi-lunes, ſeront à baſcules, & les autres à fleches; on poſera des grandes barrieres à double venteaux, tant aux tenailles qu'à la tête des ponts-dormans, & à l'entrée du chemin couvert; de ſorte qu'il y aura quatre ponts-levis à chaque entrée principale, ſçavoir un à la grande porte du corps de la Place, un autre à la tenaille, un au réduit, & un à la demi-lune; & trois barrieres, ſçavoir une

à la tête du grand pont, une à la tête de celui de la demi-lune, & la troiſiéme au chemin couvert ; le tout conſtruit & executé ſuivant les deſſeins qui en ont été reglés. On fera auſſi les petits ponts-levis néceſſaires aux ponts de communication des contregardes aux tenailles.

PUITS ET PAVÉ DE LA PLACE.

Il ſera fait quatre Puits ſur la grande Place, de cinq pieds de diametre chacun, & ſur toute l'étenduë de la Place ſera fait un pavé de cailloux avec toutes les pentes & ruiſſeaux néceſſaires.

BATIMENS PRINCIPAUX.

Il ſera conſtruit dans l'enceinte de ces ouvrages, ſçavoir au pied du rempart de chaque front, un corps de cazernes avec un pavillon pour les Officiers à chacune de ſes extremités, une Egliſe, une maiſon de Ville, un Arſenal & une munition, des Magazins & Hangards tant pour les vivres que pour l'artillerie, un logement pour le Gouverneur, un pour le Lieutenant de Roy & Major, un pour les Aides-Majors & Capitaines des portes, un pour l'Intendant & le Commiſſaire, & un pour les Ingenieurs. Tous ces bâtimens auſſi-bien que les corps de gardes & latrines, ſeront conſtruits chacun ſelon leurs deſſeins & devis particuliers. A l'égard de l'Hôpital, il convient qu'il ſoit placé dans l'interieur de l'ouvrage à corne.

III.

QUALITE'S ET FAÇONS DES MATERIAUX qui ſeront employés aux ſuſdits Ouvrages.

Chaux. LA chaux qui ſera employée à la conſtruction de la maçonnerie, ſera priſe à .... & autres lieux où elle ſe trouvera de même qualité. On obſervera 1°. qu'elle ſoit bien cuite, ſans biſcuit, non éventée ; 2°. qu'elle ſoit éteinte un jour ou deux au moins avant que de l'employer ; & on aura ſoin d'en faire ôter tous les biſcuits & durillons qui pourront s'y rencontrer.

Sable. Le ſable ſera de deux eſpeces, l'un gros, & l'autre fin, tous deux tirés de la riviere de .... du foſſé de la Place, ou de ſes environs : le gros ſera employé à faire le mortier de la maçonnerie de moi-

lon, & le fin à faire celui de la maçonnerie de brique, des paremens & des pierres de taille; on aura ſoin qu'il ſoit ſec, criant à la main, bien lavé & non gras, ni terreux.

Mortier. Le mortier ſera compoſé d'un tiers de chaux meſurée vive, & de deux tiers de ſable, mêlé, broyé & incorporé avec la chaux tant & ſi long-tems, que les eſpeces ſoient totalement confonduës l'une dans l'autre, juſqu'à n'y plus reconnoître de difference. On n'y employera que l'eau ſimplement néceſſaire à leur mêlange, & cela une ſeule fois, & non plus.

Si l'on n'employe la chaux qu'après avoir été éteinte, comme il eſt d'uſage en pluſieurs endroits, il faudra en augmenter la doſe à proportion de ſa qualité, ce qui va quelquefois à la moitié.

Ciment. Le ciment ſera fait de vieux tuileaux bien cuits & réduits en farine par la meule, puis paſſés au tamis du Boulanger, ou au bluteau. Il ſera compoſé des deux tiers de cette farine, & d'un tiers de chaux meſurée vive; le tout bien battu & corroyé enſemble, & démêlé pendant un long eſpace de tems & à pluſieurs repriſes, dans un petit baſſin de planches quarré, fait exprès; obſervant de n'y mettre de l'eau qu'une ſeule fois, & de l'employer, autant que faire ſe pourra, tout chaud & frais battu, de même que de ne le doſer que par rapport à la force de la chaux, & à la qualité du ciment.

PIERRE DE TAILLE, MOILON ET BRIQUE.

Pierres de taille. Toute la pierre de taille, tant des angles ſaillans des ouvrages, que des ſoubaſſemens, cordons & autres parties où il en ſera beſoin, ſera tirée des carrieres de .... ou autres lieux qui en pourront fournir de pareille qualité, c'eſt-à-dire, qui ſoit pleine, dure, non ſujette à la lune ni à la gelée, obſervant de n'employer que celle qui ſera bien ébouſinée, ſans fil, ni moye qui la traverſe ou qui paroiſſe, à ſix pouces près des paremens.

Pierres de parement. Les carreaux qui formeront ces paremens, ſeront taillés avec cizelure relevée aux arêtes, piqués proprement à la petite pointe dans leurs faces, auſſi-bien que dreſſés à la régle, & démaigris pour le mortier, de même que leurs lits & joints; ils ſeront poſés à petits joints, & en bonne liaiſon, par aſſiſe reglée de neuf à dix pouces de hauteur au moins, ſur douze à quinze pouces de lit. On aura ſoin dans l'emploi de ces carreaux, qu'ils ſoient toûjours mêlés d'un tiers de boutiſſes de vingt à vingt-cinq pouces de queuë, qu'ils ayent au moins ſix pouces de joint quarré, & le tout bien lié avec le reſte de la maçonnerie.

Les pierres des ſoubaſſemens qui ſeront poſées au deſſus des fondemens, ſeront auſſi taillées proprement dans leurs faces, lits & joints, & auront douze, quinze à dix-huit pouces de lit, & huit à dix de joint à l'équerre. Seront de plus mêlées d'un tiers de boutiſſes qui auront au moins deux pieds de queuë, le tout poſé en bonne liaiſon à petit joints & en bain de mortier. *Pierres de ſoubaſſemens.*

Tous les angles ſaillans tant du corps de la Place que des contregardes, tenailles, demi-lunes, ouvrages à cornes & réduits, ſeront armés de pierres de taille de graiſſerie, taillées en petit boſſage d'un pouce & demi de relief, & poſées par aſſiſes reglées d'un pied de hauteur, ayant les joints d'équerre ſur dix-huit pouces de long, deux pieds de lit, & trois de queuë, le tout mêlé d'un tiers de boutiſſes, retourné & poſé alternativement, de maniere qu'il ſe trouve de chaque côté des harpies d'un pied élevées à l'aplomb par les bouts les uns ſur les autres, & que les aſſiſes les plus courtes reviennent ſous le cordon à quatre pieds de longueur de part & d'autre des angles. *Pierres des angles.*

Les cordons ſeront auſſi de pierres de taille de graiſſerie d'un pied de hauteur, taillées en demi-rond, & poſées en ſaillie de la moitié de leur diametre, ayant les joints d'équerre ſur ſeize à dix-huit pouces de long, & deux pieds de lit, non compris la ſaillie, le tout mêlé d'un tiers de boutiſſes qui auront trois pieds de queuë. *Cordons.*

Tous les autres moilons dont on ſe ſervira pour remplir & garnir le corps de la maçonnerie brute, ſeront tirés ou de l'excavation du foſſé, ou des carrieres de..... obſervant de choiſir les plus gros libages pour en former les fondemens, & de réſervet les moindres pour le revétement au deſſus, comme auſſi d'arraſer de niveau toute la maçonnerie à chaque levée que l'on fera de dix-huit pouces, & de la traverſer s'il eſt jugé néceſſaire pour plus grande ſolidité, par des chaînes de brique ſur toute l'épaiſſeur des murs, ce qui formera un renouvellement d'aſſiette. *Moilons.*

Les cailloux de la riviere de.... ou de la plaine de.... & ceux qui ſe trouveront dans les excavations, pourront auſſi être employés dans la garniture du corps de la maçonnerie, en les poſant par aſſiſes reglées, mais en cas de beſoin ſeulement, & au défaut de moilon, encore faudra-t-il que la quantité de ces cailloux n'exceede pas le tiers du ſolide de la maçonnerie, & que chaque levée de dix-huit pouces de hauteur ſoit auſſi recouverte d'une chaîne de brique. *Cailloux.*

Toutes ces pierres en général, ſeront proprement aſſiſes & bien callées aux paremens, poſées, coulées, fichées & jointoyées les *Fichage des pierres.*

unes en mortier de ciment, les autres en mortier de chaux & ſable, ſuivant que les qualités de l'ouvrage l'exigeront. Les libages & moilons de rempliſſage, ſeront poſés dans le maſſif des revêtemens à bain de mortier, avec des bonnes liaiſons de quatre à cinq pouces au moins les unes contre les autres, & d'autant les unes ſur les autres.

Briques. A l'égard des revêtemens qui ſe feront en parement de brique, on n'y employera que les neuves & les mieux cuites, & de la meilleure qualité, dont les plus belles ſeront choiſies pour former le parement, & poſées par aſſiſes liaiſonnées ſur cinq rangs de hauteur, élevées par diminution d'une demie brique à chaque rang, c'eſt-à-dire, depuis trois briques & demie au premier rang, juſqu'à une & demie au cinquiéme ; obſervant de bien froter ces briques, & de les dreſſer l'une contre l'autre avant que de les employer ; & qu'il y ait toûjours moitié de boutiſſe en paremens. Si l'on employe des cailloux dans le corps de la maçonnerie faute de moilon, on fera, comme il vient d'être dit, à chaque levée de dix-huit pouces, une chaîne ou recouvrement de deux briques de hauteur, qui garnira toute la ſurface du revêtement & des contreforts, & traverſera toute leur épaiſſeur. Le premier rang qu'on poſera enſuite en parement audeſſus de ladite chaîne, recommencera par trois briques & demie d'épaiſſeur, finiſſant toûjours par une demie.

PLACAGE ET GAZONNAGE.

Placages. Le placage ſera fait de terre noire de jardin ou de labour, non pierreuſe ; il aura ſix pouces d'épaiſſeur, & un talud de huit pouces par pied.

Gazon. Le gazon ſera coupé de biais en prez bien herbus & racineux, ou vieilles pâtures un peu humides & non tourbeuſes, ni ſabloneuſes.

On poſera de trois lits en trois lits une couche de faſcines, & chacun de ces lits ſera bien garni de terre ſur toute ſa hauteur, & bien battu à la dame, pour être lié parfaitement avec les terres du rempart.

BOIS.

Bois. La charpente des ponts dormans, ponts-levis & barriere, de même que celles des madriers des fondemens de toutes les principales parties des Bâtimens, ſera de bois de chêne bien ſain, coupé en bonne ſaiſon, & bien équarri à vive arête, ſans aubier, non piqué,

ni échauffé, roulé, vermineux, ni trop nouveau, non plus que ſur le retour, mais de bon âge, de droit fil & de bon emploi.

IV.

CONSTRUCTION DES OUVRAGES.

COURTINES.

Déblais des fondemens.

APrès que les alignemens auront été donnés & rectifiés par l'Ingenieur, qui aura la principale conduite des ouvrages, ils feront montré aux Entrepreneurs qui feront faire auſſi-tôt les déblais des revêtemens de toute l'enceinte de la Place, ſur quinze à ſeize pieds de profondeur au deſſous du niveau des chemins couverts, & comprendront en même tems la moitié de la largeur des foſſez, reſervant l'autre pour être remblayée derriere les revêtemens, à meſure qu'ils s'éleveront. Enſuite de quoi feront approfondis les fondemens de trois pieds au deſſous du foſſé, & plus bas, s'il eſt néceſſaire, pour trouver le fond ſolide, dont les terres, ainſi que celles qui proviendront des autres déblais, ſeront portées à la maſſe des remparts, où elles ſeront dreſſées par lit d'un pied de hauteur ſur toute l'étenduë des alignemens, & dans l'ordre qu'il ſera expliqué ci-après.

Madriers en fondemens.

Pour prévenir les affaiſſemens que la tranſpiration des eaux de... pourroit cauſer, on aſſurera le fond des fondemens par un rang de madriers de bois de chêne de quatre à douze pouces de groſſeur, qui ſera poſé ſur le devant, & fera ſaillie d'un pouce au dehors du nud du mur. Que ſi quelque partie des fondemens ſe trouve tendre ou douteuſe, on continuëra de mettre un rang de madriers ſur le milieu & ſur le derriere du revêtement. Enfin ſi le fond ſe trouve trop foible, on le fortifiera par un grillage de charpente compoſé de longrines & racineaux de bois de chêne, ou ſapin rouge, de neuf à dix pouces de gros, aſſemblés à leur extrémité par entraille à queuë d'hironde, & tenus en raiſon par un rang de pilots-de-garde battus ſur le devant au refus du mouton; ce qui étant ainſi préparé, & les fondemens dreſſés à plomb par dehors & par dedans, & mis bien de niveau par devant avec ſix pouces de pente par derriere, on les remplira de bonne & ſolide maçonnerie conſtruite des plus gros libages & moilons qui ſe pourront trouver, leſquels ſeront bien garnis & poſés en bain de mortier compoſé comme il eſt dit ci-devant, de ſorte qu'il ne reſte aucun

Fondemens.

vuide dans le corps de la maçonnerie, & que preſſant les pierres de la main & du marteau ; le mortier ſouffle de toute part ; ce qui doit être obſervé dans tout le compoſé de la maçonnerie, de même que les retraites ſur le devant.

Soubaſſemens. Sur la ſeconde de ces retraites, & à trois pouces près de ſon bord exterieur, ſeront poſées en parement ſuivant le talud du revêtement, trois aſſiſes de pierre de taille de façon & qualité ſuſdites, qui formeront un ſoubaſſement de trois pieds de hauteur, dont le ſommet ſera taillé en chanfrain de deux pouces, & bien garni par derriere, au deſſus duquel ſera fait parement net de moilon piqué, garni de groſſe maçonnerie qui ſera élevée juſqu'au deſſus du cordon avec talud d'un ſur ſix par devant, & à plomb par derriere ; on obſervera de maçonner le parement de ce ſoubaſſement en mortier de ciment, & de jointoyer de même tout ce qui ſera expoſé aux flots de l'eau.

Contreforts. On établira en même tems les contreforts ſuivant l'ordre de leur diſtribution, & on les ſondera auſſi bas que le revêtement, pour les élever enſuite à la hauteur du deſſus du même cordon à plomb des deux côtés, & avec ébraſement égal de part & d'autre d'après leur milieu, au ſurplus conſtruits & maçonnés comme le corps des revêtemens, à l'exception des paremens qui ſeront aſſis de hazard & ſoumis ſeulement aux ſimples alignemens des cordeaux.

Cordon & revêtement des parapets. Le ſommet de ces revêtemens ſera terminé par un cordon de pierre de taille des façons & qualitez ci-devant énoncées, & ſera ſurmonté d'un mur de brique de quatre pieds de haut & trois d'épaiſſeur, maçonné en bain de mortier ordinaire, qui ſervira de revêtement aux parapets ; ce mur ſera auſſi terminé ſur toute ſon épaiſſeur par une aſſiſe de briques poſées en liaiſon alternative de quatre briques de cant, & d'autant debout, avec pente de quatre pouces du derriere au devant, obſervant d'y faire un larmier débordant d'un pouce ſur le foſſé, & conſtruit à petits joints en bonne liaiſon & avec mortier de ciment bien reciré à la truelle.

Angles de pierres de taille. Les angles d'épaule des petits flancs des courtines ſeront armés de pierres de taille conditionnées comme ci-deſſus, & ſur le milieu de chaque courtine ſera fait une guérite auſſi de pierre de taille, ſuivant les plans & profils qui en ont été arrêtés, & ce qui en ſera encore dit dans la ſuite.

A meſure que les revêtemens s'éléveront, on continuëra le déblais des terres du foſſé, dont les plus douces ſeront choiſies & miſes à part ſur le chemin couvert, pour en former les parapets tant dudit chemin couvert, que des ouvrages de la Place, & le ſurplus ſera

ſera porté à la maſſe des remparts derriere & joignant les revêtemens & contreforts, où elles ſeront rangées & battuës avec dames du poids de vingt-cinq à trente livres, par lits de ſix pouces de hauteur ſur douze pieds de largeur, & dreſſées à chacun de ces lits en pente de ſix pouces ſur le derriere, tant pour ſoulager ces revêtemens du poids des terres, que pour empêcher la pénetration des eaux au pied des fondemens.

Terraſſement des remparts.

Le côté des terres qui joindra la maçonnerie, relevera d'autant, & ſur chaque deux lits, faiſant enſemble un pied de hauteur, bien battus & bien dreſſés, comme il vient d'être dit, ſera poſé un rang de faſcines, & eſpacés brins à brins à deux doigts de diſtance l'un de l'autre, le gros bout appuyé contre le derriere du revêtement, ce qui ſera ainſi réiteré à chaque pied de hauteur juſqu'à l'entiere élevation des remparts; faiſant attention que ces remparts doivent être élevés de trois pieds plus que les revêtemens pour les raiſons qui ont été ſpecifiées, & que leur terre-plein doit être dreſſé en pente d'un pied & demi depuis la banquette juſqu'au talud interieur, ainſi que celle du terre-plein, ſera recouverte de la moins mauvaiſe terre qu'il ſe pourra trouver, & de la plus épierrée.

Terraſſemens des parapets & banquettes.

Les parapets & banquettes ſeront conſtruits dans le même ordre que les remparts; c'eſt-à-dire, que l'on obſervera ce qui a été dit au ſujet du battement des terres & de l'arrangement des faſcines, avec cette difference qu'on n'y employera que des terres douces, choiſies & bien épierrées; que s'il ne s'en trouvoit pas ſuffiſamment de cette qualité, il en faudroit paſſer avec des clayes aſſez fines, pour qu'il n'y reſte aucun gravier, ni cailloutage.

Gazonnage des parapets.

On gazonnera le parement interieur de ce parapet avec les précautions dont il a été parlé, & le gros bout de la faſcine appuyera ſur la queuë du gazon.

TOURS BASTIONNE'ES.

Fondemens des Tours.

Les Tours baſtionnées ſeront fondées avec les mêmes précautions que les courtines, & à la même profondeur, ſuppoſé que le fond s'y trouve vif & ſolide, auquel cas on ne changera rien à la diſpoſition qui a été marquée pour les fondemens du corps de la Place, excepté que les madriers ſeront redoublés au droit des angles, & retournés de douze pieds de chaque côté. Que ſi le fond ſe trouve tendre ou douteux, après l'avoir approfondi autant qu'on aura pû, on donnera ſix & douze pouces d'épaiſſeur aux madriers, & on en poſera ſur le milieu & ſur le derriere des fondemens, com-

me ſur le devant, ſinon il faudra griller; & s'il y a encore plus de précautions à prendre, on couvrira la ſuperficie de la grille d'un plancher de madrier de ſix pouces d'épaiſſeur.

Revêtement. Au ſurplus tout ſe fera comme il vient d'être dit pour la conſtruction des courtines, & on obſervera tant les deux retraites dans les fondemens, que les trois aſſiſes de pierre de taille qui forment le ſoubaſſement & la retraite qui eſt au deſſus. On fera auſſi une retraite de trois pouces du côté des terres, & cela au niveau du dedans des Tours, qui ſera élevée de ſix pieds au deſſus du fond du foſſé, à laquelle hauteur toute l'épaiſſeur du revêtement ſera réduite à douze pieds un pouce; & ce revêtement continué exterieurement en même parement & même garniture, que celui des courtines, taluant toûjours d'un ſur ſix, & à plomb par derriere. Le parement interieur qui formera le pied droit des voûtes, ſera fait de brique ſur un pied & demi d'épaiſſeur, & ſera poſé ſur deux aſſiſes de pierre de taille qui regneront autour des faces, flancs & gorges parallelement au plan du noyau.

Parapet. Le cordon qui terminera ce revêtement, ſera de qualité & façon ſuſdites; & le parapet qui le ſurmontera, ſera entierement fait de maçonnerie de brique, dans laquelle ſeront pratiquées quatre embraſures, deux à chaque flanc auſſi à parement de briques choiſies, frottées l'une contre l'autre juſqu'à ce qu'elles ſoient bien droites, & poſées enſuite de cant & debout en bonne liaiſon ſur trois pieds d'épaiſſeur, tant par le fond que par les côtés; & ces embraſures ſeront reglées ſuivant les meſures de leurs plans & profils, avec leurs rampes & plongées; ce qui s'obſervera de même pour les embraſures du bas étage. Enfin ledit parapet ſera terminé par une aſſiſe de briques poſées alternativement de cant & debout, faiſant ſaillie d'un pouce ſur le foſſé, & maçonnées en bain de ciment compoſé comme il eſt dit.

Events. Seront auſſi conſtruits à parement de brique les évens & cheminées néceſſaires pour l'évaporation de la fumée, ſuivant qu'ils ſont marqués ſur le plan, c'eſt-à-dire, entre les embraſures du bas étage, & chacun de ces évens aura trois pieds de longueur ſur neuf pouces de largeur par le bas, revenant à ſix pouces par le haut, où il débouchera dans l'épaiſſeur des parapets.

Banquettes. On a dit en ſon lieu quelles doivent être les dimenſions des banquettes de ces pieces, on obſervera ſeulement qu'elles ſoient toutes de maçonnerie.

Angles & guerites. Les angles du parement exterieur ſeront tous armés de pierres de taille de façon & qualité ſuſdites, & ſur l'angle flanqué de chaque

Tour ſera faite une guerite auſſi de pierre de taille, conformément à ce qui ſera dit ci-après.

Noyau. Le noyau ſera fondé auſſi bas que les autres parties de la Tour, & avec les mêmes précautions. Il ſera élevé à parement brute juſqu'au niveau du rez-de-chauſſée interieur de ladite Tour, & après que ſes alignemens auront été dreſſés, & ſes pans réduits à leur juſte meſure, on fera parement net par deux aſſiſes de pierre de taille, qui regneront tout autour parallelement à l'interieur des flancs, faces & gorges, de même qu'autour des côtés du Magazin à poudre, puis on élevera le ſurplus de la hauteur en groſſe maçonnerie avec parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur, & à plomb de quatre pieds & demi au deſſus des fondemens, à laquelle hauteur la maçonnerie ſera proprement arraſée & diſpoſée pour commencer la naiſſance des voûtes.

Gorges. Les angles du niveau ſeront auſſi de pierres de taille poſées par aſſiſes retournées de deux en trois; on obſervera la même conſtruction aux gorges des Tours qu'à leur noyau, c'eſt-à-dire, même parement, même garniture, même profondeur des fondemens, & même retraite. Au milieu de ces gorges & au niveau du rez-de-chauſſée de ces Tours, ſera fait une porte de huit pieds de largeur ſur huit & demi de hauteur, dont les pieds droits & vouſſoirs ſeront de pierre de taille, ainſi que les ſeüils & artieres-vouſſoirs. On aura attention d'y faire double feüilleure, & de pratiquer à chacun de ces côtés des creneaux plongeans & bien voyans dans leſdites Tours. Ce paſſage ſera fermé par une porte de bois de chêne de quatre pouces d'épaiſſeur, garnie de ferrures & verroüils de force ſuffiſante, & de deux bonnes ſerrures; ſera fait une pareille ouverture dans le milieu de cette gorge au niveau du rempart, avec une fermeture auſſi de bois de chêne, garnie des ferrures néceſſaires, le tout de force convenable.

Voûtes. L'intervalle qui ſe trouvera entre les noyaux des Tours & leurs faces, flancs & gorges, ſera voûté à plein-ceintre ſur dix-huit pieds de largeur, & trois & demi d'épaiſſeur, le tout de brique, ſur quoi ſera élevé en chape avec moilon & mortier de chaux & ſable, la maçonnerie du couronnement des voûtes, dont la pente ſera prolongée de part & d'autre pour donner de l'écoulement aux eaux; cette pente aboutira à un petit ruiſſeau qui ſera formé le long des parapets à un pied & demi, puis les eaux s'écouleront dans le foſſé par le moyen de quelques gargoüilles, qui les porteront à trois pieds au-delà du talud des revêtemens; on voûtera de même le Magazin à poudre ſur toute ſa largeur, & on y pratiquera les portes & évens néceſſaires.

Chape de ciment.. Les voûtes étant terminées, on les couvrira ſur toute leur longueur & largeur d'une chape de ciment.

Terraſſement des voûtes. L'ouvrage étant bien conditionné & exactement viſité, on terraſſera ſur les voûtes, commençant par un lit de gros ſable ou de gravier, ſi l'on en a, ou de menues recoupes de pierres de cinq à ſix pouces d'épaiſſeur, étendu & poſé également ſur toute la ſuperficie de la chape, & continuant par un lit de terre douce d'un pied d'épais, qu'on battera bien à la dame, & qu'on rechargera de même terre lit par lit juſqu'à l'entier terraſſement qui ſera élevé au moins de trois pieds au deſſus de l'arête ou ſommet des chapes.

Poternes de ſortie. Les pieds droits, ou côtés des poternes de ſortie joignant les flancs des Tours, ſeront fondés avec les mêmes précautions & ſolidité qu'il a été dit ci-devant, & ſeront élevés à plomb au deſſus de leurs fondemens en groſſe maçonnerie, avec parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur du côté de la galerie ſeulement.

Pierrées. On adoſſera l'exterieur de ces pieds droits, de pierres ou petits murs ſecs de deux pieds d'épaiſſeurs, qui ſeront faits avec rocailles arrangées proprement à la main ſans mortier, & arraſées à chaque levée de goiſes ou gros gravier pour en remplir les joints. Ces murs ſeront élevés juſqu'à deux pieds près de la ſuperficie du terre-plein des remparts, & ces deux pieds ſeront continués en maçonnerie de chaux & ſable juſqu'à la rencontre de la chape de ciment, qu'il faudra prolonger ſur toute leur épaiſſeur, afin que la tranſpiration & humidité ne ſe faſſent point ſentir dans les gros murs. Il faudra fonder ces pierrées un pied ou deux plus bas que l'aire des ſouterrains, & on aura ſoin d'y pratiquer des conduits proprement mouſſés pour faciliter l'égout des eaux. On fera auſſi de pareilles pierrées aux paſſages de l'entrée des Tours, & à ceux des portes, poternes, flancs bas, ſouterrains, & généralement à tous les autres murs qui ſoutiendront des terres, quand même ils ſeroient couverts, afin que les eaux s'y raſſemblent, & qu'elles ne penetrent point dans les ſouterrains.

Voûtes des poternes. La voûte qui portera ſur les pieds droits de ces poternes, ſera conſtruite en plein-ceintre de deux pieds d'épaiſſeur ſeulement, & le ſurplus ſera de groſſe maçonnerie, & élevée en demi-cape contre la gorge de la Tour, recouvrant le mur ſec, recouvert enſuite d'une chape de ciment.

Il ſera érigé dans le ſouterrain deux portes de pierre de taille de quatre pieds & demi de largeur chacune, ſur ſept de hauteur ſous clef, obſervant de faire dans les pieds droits les feüilleures néceſſaires pour y appliquer les fermetures.

Digitized by Google

Paſſage de l'entrée des Tours.

Les murs du paſſage de l'entrée des Tours, auſſi-bien que leur ébraſement exterieur, ſeront conſtruits dans le même ordre que les poternes, & leur voûte faite en plein-ceintre de trois pieds d'épaiſſeur de brique, ſurmontés d'une petite chape de maçonnerie & d'une autre de ciment. Les pieds droits de la porte auront chacun dix-huit pouces de tableau, & trois pieds de coinçon, ce qui ſera quatre pieds ſix pouces d'épaiſſeur de mur au deſſus des fondemens; cette porte ſera voûtée à plein ceintre, & aura ſon arriere vouſſoir par derriere, & un ſeüil de pierre de taille d'un pied d'épaiſſeur, & de la longueur des tableaux. A l'égard des ébraſemens, ils ſeront terminés par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout en bain de ciment, qui formera un tableau ou larmier débordant d'un pouce ſur le devant.

Portes de menuiſerie.

Toutes les portes de menuiſerie, tant des Tours que de leurs paſſages & poternes, ſeront de bon bois de chêne bien ſec, de deux pouces d'épaiſſeur pour les petites portes, & de quatre pouces pour les grandes d'aſſemblage, redoublées avec gonds & fortes pentures à queuë d'hironde, bien attachées aux portes avec un clou rivé au collet, pluſieurs autres clous limés à tête ronde le long des branches, & trois aux extrémités des queuës d'ironde traverſant toute l'épaiſſeur du bois, à pointe rabattuë & contre-cognée, le tout de force ſuffiſante, ainſi que les ſerrures & autres ferrures.

Eſcaliers.

On fondera les eſcaliers qui ſeront joignans l'entrée des Tours, ſur un maſſif de maçonnerie de vingt & un pieds de long, & ſix & demi de largeur. Toutes les marches ſeront de pierre de taille, ainſi que les encoignures du mur d'apui, qui ſera recouvert d'une tablette auſſi de pierre de taille de ſix pouces d'épaiſſeur, & deux pieds deux pouces de largeur, bien jointes & bien cramponées avec crampons de fer coulés en plomb, & proprement enchaſſés de leur épaiſſeur dans ladite tablette.

Pavé des Tours, & plancher.

Le rez-de-chauſſée des Tours, auſſi-bien que celui de tous leurs paſſages, poternes & ſorties, ſera pavé de briques choiſies, dreſſées l'une contre l'autre, & poſées de cant en bain de mortier de chaux & ſable fin, & bien de niveau; quant aux Tours qui ſerviront de Magazin à poudre, on y fera un plancher de poutrelles de huit à neuf pouces de gros, recouvert de madriers de chêne de deux pouces d'épaiſſeur, bien chevillés ſur les poutrelles, & proprement joints & aſſemblés, ſur leſquelles ſeront enſuite chevillés les chantiers deſtinés à porter les barils.

GRANDES PORTES, PASSAGES ET CORPS DE GARDE DES ENTRE'ES PRINCIPALES.

Fondemens des ſoubaſſemens. Les façades exterieures des quatre grandes portes d'architecture, de même que les murs de leurs paſſages, ſeront fondés en même tems que les revêtemens du corps de la Place, & avec les mêmes précautions. Chaque façade aura neuf toiſes & demie de longueur en fondemens, ſur quatorze & demie de largeur, & après avoir été élevée à plomb devant & derriere en groſſe maçonnerie, avec des retraites pareilles à celles des courtines, elle ſera arraſée bien de niveau d'après le fond du foſſé; ſur lequel arraſement ſera érigé en pierre de taille liſſe & mortier de ciment, le ſoubaſſement de la façade avec le corps & arriere-corps figurés ſur le plan, & avec talud juſqu'au rez-de-chauſſée de la Place, où il ſera terminé par un cordon de pierre de taille de dix pouces de hauteur, & de cinq de ſaillie.

Cage de la baſcule. On obſervera en conſtruiſant ce ſoubaſſement, de ne lui donner qu'un pied & demi d'épaiſſeur par le haut à l'endroit du baſculage, afin que rien ne gêne le mouvement de la baſcule, dont la cage aura douze pieds & demi de largeur ſur treize de profondeur, & ſera revêtuë du côté des terres en groſſe maçonnerie d'un mur de trois pieds & demi d'épaiſſeur au deſſus de ſes fondemens, & réduits à deux pieds & demi par le haut. On obſervera encore, pour deſcendre dans ladite cage, de pratiquer dans un de ſes côtés un petit eſcalier voûté, de deux pieds & demi de largeur; & de donner un peu de pente au fond de la cage avec une gargoüille pour écouler les eaux qui pourroient y ſéjourner.

Façades des portes. Au deſſus du cordon du ſoubaſſement, ſeront érigées les facades des portes ſuivant les dimenſions qui ont été marquées ci-deſſus; elles ſeront décorées de quatre pilaſtres d'architecture dans les proportions de l'ordre Toſcan, avec tous les refends, ſocles, baſes, impoſtes, chapiteaux, architraves, friſes, corniches, frontons & autres accompagnemens dudit ordre; ſeront de plus ſculptées les Armes du Roy dans l'arcade au deſſus de la porte, & la Deviſe de Sa Majeſté dans le fronton, le tout taillé-liſſe, poſé en mortier de ciment, bien appareillé & proprement mis en œuvre; obſervant de plus que tous les joints ſoient d'équerre ſur dix-huit pouces de long, que les carreaux ſoient mêlés d'un tiers de boutiſſes de deux pieds de queuë, & que les arrieres-corps, écoinçons, & généralement toute la décoration, ſoient abſolument conformes aux plans

& aux profils. Les arrieres vouſſures ſeront auſſi toutes de pierre de taille, de même que le dernier des gros murs des portes, & les retours du haut & du bas des façades.

Paſſage des entrées.

Les fondemens des murs qui formeront le paſſage de ces portes, ſeront élevés juſqu'au niveau de ce paſſage ; puis après avoir fait trois pouces de retraites de chaque côté, on poſera du côté du paſſage deux aſſiſes de pierres de taille liſſe d'un pied de hauteur chacune, & mêlées d'un tiers de boutiſſes d'un pied & demi de longueur ou environ ; ſur ces aſſiſes on ſera une autre retraite de deux pouces, pour élever enſuite à plomb les murs en parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur, & le ſurplus du côté des terres en moilon, caillou & brique juſqu'à cinq pieds de hauteur, où la maçonnerie ſera arraſée bien de niveau pour recevoir un impoſte de pierre de taille de huit pouces de haut, ſur lequel commencera la naiſſance des voûtes. Les contreforts de ces murs ſeront fondés à même profondeur, & conſtruits de groſſe maçonnerie ; les doſſerets ou arcs doubleaux, ſeront auſſi de pierre de taille, & auront deux pieds de largeur ſur deux de ſaillie ; ceux dans leſquels ſe trouvera le paſſage des orgues, auront quatre pieds dix pouces de largeur, y compris les feüillures qui auront dix pouces d'ouverture, & d'autant d'enfoncement, & ceux du milieu du paſſage n'auront que quatre pieds. Ils ſeront tous eſpacés à neuf pieds & demi de diſtance les uns contre les autres, & les aſſiſes dont ils ſeront compoſés, feront parpin entre deux une, obſervant que celles qui ne le ſeront point, ſoient de deux pieces ſeulement, & non plus ; ce qui ſe continuëra juſqu'à la fermeture des arcades.

Doſſerets.

On fera une pierrée à chaque côté de ces murs, puis on commencera la naiſſance des voûtes au deſſus de l'impoſte. Ces voûtes ſeront conſtruites de brique ſur deux pieds d'épaiſſeur, à petits joints ſur le devant, & groſſiſſant inſenſiblement ſur le derriere, ſuivant la coupe de leur ceintre, puis ſeront recouvertes d'une chape de ciment d'un pouce d'épaiſſeur ; mais cela, aux endroits ſeulement où elles ne ſont point couvertes par les bâtimens.

Veſtibules & corps de garde.

Les veſtibules & corps de garde de ces paſſages, ſeront fondés & élevés avec la même attention, & ſeront parfaitement conformes aux meſures & décorations de leurs plans & profils.

Bornes & pavé.

A droite & à gauche de ce paſſage ſera poſé des bornes de pierre de taille pour empêcher que les moyeux des rouës des voitures n'offenſent les doſſerets & pieds droits des voûtes, & chacune de ces bornes aura cinq pieds & demi de hauteur, dont deux pieds & demi ſeront enterrés & ſcellés dans un petit maſſif de maçonnerie, dix-huit

pouces de diametre au niveau du pavé, & onze à douze à la tête ; ſeront toutes auſſi arondies & piquées proprement à leur place.

Pavé. Le rez-de-chauſſée, tant du paſſage que des corps de gardes & veſtibules, ſera pavé avec cailloux poſés dans une forme de ſable conditionnée, comme il ſera dit ci-après.

Eſcaliers & latrines. Les eſcaliers pour monter ſur le rempart, ſeront conſtruits de la même maniere que ceux des Tours baſtionnées, avec cette difference qu'on pratiquera ſous chacun de ceux-ci une latrine, dans laquelle tomberont par un égout les eaux de la Ville, pour enſuite dégorger dans le foſſé. Les murs d'enceinte de ces latrines, de même que celui du retour de leur entrée, n'aura qu'un pied & demi d'épaiſſeur. Les fermetures, orgues, baſcules ſeront conſtruites ſuivant leurs deſſeins particuliers.

LOGEMENT AU DESSUS.

Mur de face & de refend. Les murs de face & de réfend, tant du logement au deſſus des veſtibules & corps de gardes, que de la chambre des orgues, ſeront conſtruits de brique, crêpis proprement par dehors, enduits & blanchis par dedans, & garnis de pierre de taille dans leurs angles. Les pieds droits des jambages, portes, croiſées, garnis de leurs ſeüils, appuis & fermetures, ſeront auſſi de pierres de taille proprement appareillées.

Cheminées. Les cheminées ſeront conſtruites de brique ſur ſix pouces d'épaiſſeur, elles ſeront enfoncées de trois pouces dans l'épaiſſeur des murs de refend & pignon, élevées de trois pieds au deſſus du comble, & crêpies & enduite des deux côtés avec plinte de brique au niveau du faîtage, & un autre à trois pieds plus haut à l'endroit de la fermeture. Les tuyaux de ces cheminées auront trois pieds de longueur dans œuvre, & dix pouces de largeur.

Croiſées de menuiſerie. Les croiſées ſeront faites de bois de chêne bien ſec, leurs chaſſis dormans auront deux pouces d'épaiſſeur, leurs chaſſis à verre un pouce & demi, & les volets un pouce, le tout bien aſſemblé à raînure & abouëment. Seront de plus garnies de toutes leurs ferrures, ſçavoir ſeize gonds, ſeize fiches à charnieres, ſeize targettes ovales, & ſeize crampons, le tout proprement limé ; & mis en œuvre, les vîtres ſeront de verre blanc, & mis en plomb de force ſuffiſante, puis arrêtées avec trois vergettes bien ſoudées à chaque panneau.

Portes de menuiſerie. Les portes communes ſeront faites des hauteurs & largeurs des bayes avec bois de chêne bien ſec, d'un pouce & demi d'épaiſſeur, aſſemblées

aſſemblées à raînure, collées & emboëtées par les deux bouts de ſix pouces de hauteur; ſeront auſſi garnies des gonds en pierre d'un pieds de long ſur un pouce & demi en quarré, bien ſcellés & coulés en plomb avec pentures à queuë d'hironde de deux pouces de largeur, ſur deux pieds & demi de longueur, attachées auſdites portes avec un clou rivé au collet, le tout bruni & bien limé, de même que la ferrure qui ſera à tour & demi avec deux verroüils garnis de leurs gâches & de la boule pour les tirer.

Charpente & plancher.

La partie du plancher dudit bâtiment qui ſe trouvera au deſſus du veſtibule, portera ſur des petites lambourdes qui ſeront poſées au deſſus de la voûte, & l'autre partie ſe trouvant ſur les corps de garde qui ne ſont point voûtés, portera ſur des ſolives ſoutenuës par des poutres qui auront treize à quinze pouces de gros, & les ſolives ſept à cinq; les unes & les autres ſeront des longueurs & qualités requiſes, & d'un bon bois de chêne bien équarri à vive arête & ſans aubier. Les arbalêtriers du comble, ſes jambes de force, entraits, poinçons, blochets & plattes formes ſeront de même bois, le ſurplus de l'aſſemblage ſera de bois de ſapin, & des longueurs & groſſeurs dont il ſera donné un détail ci-après. Les planchers ſeront auſſi de ſapin, bien dreſſés & bien blanchis, à l'exception de ceux qu'on pavera de brique.

Couverture.

La couverture de ces bâtimens ſera faite double, & de tuiles cuites du moule ordinaire du pays, poſées ſur un latis de ſapin bien attachés aux chevrons, & de quatre pouces de pureau. Les égouts y ſeront redoublés, & les faîtieres & arêtieres recouvertes de tuiles creuſes, poſées en mortier de chaux & ſable.

POTERNES DE SORTIE, SOUTERRAINS, ET AQUEDUCS.

Poternes & ſouterrains.

On fondera les pieds droits des poternes de ſortie & des ſouterrains ou flancs bas, ſur un bon & vif fond avec groſſe maçonnerie, de même que les eſcaliers pour y deſcendre, puis toute retraite faite, on les élevera en parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur du côté de leur paſſage, & le ſurplus en maçonnerie brute, de même que les contreforts, obſervant d'y pratiquer tous les évens & cheminées qui ſont marqués ſur le plan. Les voûtes ſeront auſſi conſtruites avec briques choiſies ſur trois pieds d'épaiſſeur, puis ſeront recouvertes d'une chape de ciment.

Portes.

Les portes des entrées ſeront de pierre de taille toute ſimple & ſans aucune façon, que celle des feüillures, où ſeront appliquées de portes de bois de chêne à deux ventaux de quatre pouces d'é-

paiſſeur, garnies de quatre gonds, quatre pentutes, deux verroüils & deux ſerrures de force ſuffiſante.

Aqueducs. Les maſſifs qui porteront les aqueducs, ſeront fondés ſur bon & vif fond de ſept pieds de largeur, & les pieds droits ſeront revêtus par dedans de deux aſſiſes de pierres de taille, d'un pied de hauteur chacune, poſées & garnies en ciment, & bien cramponnées avec crampons de fer coulés en plomb. Le fond de ces aqueducs ſera pavé de pierres de taille à joints recouverts, auſſi poſées en ciment ſuivant ſa pente, puis ſera ſurmonté d'une voûte de brique de deux pieds d'épaiſſeur, terminée par deſſus en talud, & dont les joints ſeront bien recirés avant que d'être recouverts de terre; on aura ſoin de griller l'entrée de ces aqueducs du côté de la Place, & leur ſortie du côté du foſſé, laquelle ſortie ſera réduite à dix pouces de largeur ſur un pied de hauteur, avec une gargoüille de pierre de taille, qui portera les eaux au-delà du talud du revêtement.

CONTREGARDES, DEMI-LUNES, TENAILLES, ET OUVRAGE A CORNE.

Revêtemens Les revêtemens des contregardes, demi-lunes, tenailles & ouvrage à corne, ſeront fondés auſſi bas que ceux du corps de la Place, & avec mêmes materiaux & mêmes précautions; puis ſeront élevés comme les courtines, en parement de moilon piqué, poſé ſur deux aſſiſes de pierres de taille ſeulement avec retraite de deux pouces par devant, & talud d'un ſixiéme de leur hauteur. Le derriere de ce parement ſera élevé à plomb, & conſtruit de groſſe maçonnerie compoſée comme il eſt dit ci-devant. Puis à la hauteur qui a été ſpécifiée en ſon lieu, la maçonnerie ſera arraſée & terminée par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout, en bonne liaiſon & bain de mortier fin. On armera les angles de groſſes pierres de taille des meſures & qualités ſuſdites, & on obſervera de pratiquer dans les gorges, les rampes & eſcaliers déſignés dans le plan, de même que l'exacte diſtribution des contreforts qui ſeront auſſi de groſſe maçonnerie.

Terraſſement. Les terres des foſſez de ces pieces ſeront portées à la maſſe de leurs remparts & parapets, & employées à les terraſſer; ce qui ſe feta par lits battus d'un pied de hauteur, & faſcinés dans le même ordre qu'il a été dit pour le corps de la Place.

Berme. A la hauteur du ſommet du revêtement des faces & flancs des ouvrages, & depuis le bord exterieur dudit ſommet, ſera faite une berme de dix pieds de largeur aux contregardes, d'un pied & demi

aux tenailles, & de dix aux demi-lunes & à l'ouvrage à corne; le long de laquelle ſera continuée l'élevation des remparts & parapets en gazonnage, ou placage ſeulement, obſervant de mettre à part toutes les meilleures terres qui ont été portées dans ces pieces pour être enſuite paſſées à la claye, & employées tant à la conſtruction des parapets, qu'à recouvrir d'un pied & demi de hauteur toutes les ſuperficies des terres-plein & taluds des remparts, qui ſeront ainſi que les banquettes, bien battus, bien dreſſés & arraſés, ſuivant leur niveau & alignement.

Haye vive.

On plantera ſur ces bermes, à l'exception toutefois de celles des tenailles, une haye vive d'épine blanche, conditionnée comme il a été dit ailleurs.

Poternes des contregardes.

Les poternes de communication des contregardes aux tenailles, ſeront conſtruites dans le même ordre que celle des courtines, n'y ayant de difference que dans leurs dimenſions, qui ont déja été expliquées dans leur article.

Portes d'architecture.

Il ſera fait au paſſage des quatre demi-lunes qui ſont aux entrées principales de la Place, des portes d'Architecture des dimenſions & qualités énoncées ci-deſſus; & ces portes ſeront ornées de deux pilaſtres érigés ſuivant les proportions de l'ordre Toſcan avec leurs ſocles, baſes, chapiteaux, architraves, friſes & corniches, puis ſeront terminées par un fronton dans lequel ſeront ſculptées les Armes du Roy, & ſur lequel ſeront poſées trois boules à feu, montées ſur leurs piedeſtaux, garnies de leurs flâmes, & ſcellées avec goujon de fer d'un pied de long coulé en plomb. L'une de ces boules ſera miſe ſur le milieu du timpan, & les deux autres ſur les pilaſtres. Le ſoubaſſement ſera de pierre de taille depuis le deſſus de ſes fondemens juſqu'au deſſous du pont-levis, ainſi que tout le compoſé deſdites portes. L'on y obſervera tous les corps & arrieres-corps marqués au deſſein, de même que les baſculages & autres aſſortimens.

Profils du paſſage.

Les fondemens des profils du paſſage, ainſi que leurs contreforts, ſeront aſſis ſur bon & vif fond, & conſtruits de groſſe maçonnerie; & après avoir fait les retraites ordinaires au niveau de ce paſſage, on commencera l'élevation des murs par deux aſſiſes de pierre de taille d'un pied de hauteur chacune, que l'on continuëra enſuite à plomb de deux côtés, & en parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur du côté du paſſage; le ſurplus en groſſe maçonnerie juſqu'à la hauteur du rempart, au deſſus duquel la maçonnerie des parties excedentes ſera faite de brique ſur toute ſon épaiſſeur. Sur quoi on obſervera d'arraſer bien de niveau dès le bas, ladite ma-

çonnerie à chaque pied & demi de hauteur, & d'y mettre des traverſes de brique pour faire plus de liaiſon; après quoi on la terminera à la hauteur du rempart par une aſſiſe auſſi de briques poſées de cant & debout en bain de ciment.

REDUITS DANS LES DEMI-LUNES.

Reduits. La conſtruction des reduits ſera conforme en toutes choſes à ce qui a été dit pour celle du corps de la Place; on y obſervera mêmes angles, mêmes ſoubaſſemens, mêmes paremens, cordon, garniture, & terraſſemens, avec les portes, paſſages, rampes, eſcaliers & generalement tout ce qui eſt exprimé dans leurs plans & profils.

REVETEMENT DES FOSSEZ.

Revêtemens des Foſſez. La maçonnerie des revêtemens des foſſez ſera ſemblable à celle des gros revêtemens, & terminée au ſommet par une aſſiſe de briques choiſies, poſées de cant & debout en bain de ciment avec un pouce de ſaillie ſur le foſſé, & un pouce & demi de pente par deſſus vers le même côté. Les angles ſaillans ſeront arondis, & les rentrans garnis de pierre de taille ſur deux ou trois pieds de part & d'autre; obſervant de pratiquer des montées & des deſcentes de trois pieds & demi de largeur en rampe d'eſcaliers, dont les marches ſeront auſſi de pierres de taille, & d'une ſeule piece, & auront huit pouces de hauteur ſur dix de giron, poſées & jointoyées en mortier de ciment. On aura attention d'augmenter de deux pieds l'épaiſſeur de ces revêtemens à l'endroit des eſcaliers.

CHEMIN COUVERT ET GLACIS.

Chemin couvert. Le parapet des chemins couverts ſera revêtu, comme il a été dit, juſqu'à un pied & demi près de ſon ſommet; ce revêtement ſera fondé deux pieds plus bas que le deſſus de la banquette, & établi ſur deux rangs de madriers de quatre à douze pouces de gros, au deſſus deſquels il ſera elevé à plomb juſqu'au niveau de la banquette, puis ſuivant le talud du gazon juſqu'à la hauteur de trois pieds & à plomb par derriere, le tout en groſſe maçonnerie.

Glacis. Le ſurplus de la hauteur ſera gazonné juſqu'au ſommet, & faſciné à l'ordinaire, obſervant d'y employer trois pieds de hauteur de terre douce qu'il faudra étendre juſqu'à cinq toiſes de la paliſſade, & bien épierrée, de même que toute la ſurface du gla-

cis qu'on aura ſoin de bien unir, & de dreſſer parfaitement ſuivant ſa pente.

Traverſes. On élevera l'interieur du parapet des traverſes à même hauteur que celui du chemin couvert, & avec pente d'un pied ou un pied & demi du côté de la Place ; on le revêtira de maçonnerie comme celui du chemin couvert, ou de gazonnage ſeulement, & l'exterieur de placage, obſervant auſſi de mettre trois pieds de terre douce ſur toute la ſurface ſuperieure de la traverſe, & de la battre par lits de ſix pouces, & faſciner de pied en pied. Leurs profils tant du côté du foſſé, que de celui de leur paſſage de communication, ſeront revêtus ſur toute leur hauteur, & leur ſommet terminé par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout en mortier de ciment. Les paſſages de ces traverſes auront chacun quatre pieds & demi de largeur priſe dans l'épaiſſeur du glacis, & une toiſe de retour pour ſe couvrir des enfilades. Les banquettes ſeront ſemblables à celles des chemins couverts.

Profils des paſſages des barrieres. On revêtira auſſi à même hauteur que celles des revêtemens des chemins couverts, tous les profils des ſorties & paſſages des barrieres. A l'égard de ceux qui ſe trouveront vis-à-vis les entrées des quatre grandes portes de la Place, on les revêtira d'un mur de brique de deux pieds neuf pouces d'épaiſſeur du côté du chemin couvert, & de deux pieds trois pouces à ſon autre extremité du côté du glacis, avec talud & retraite en ſaillie de trois pouces pour les fondemens. Ce mur ſera élevé à la hauteur du glacis dont il ſuivra la pente & ſon ſommet terminé par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout en bain de ciment.

Paliſſades. Les paliſſades du chemin couvert des traverſes ſeront faites de bois de chêne, & auront huit pieds de hauteur ſur dix-huit à vingt pouces de tour, on les eſpacera de deux doigts marqués ſur leur litteau, l'une de l'autre, après les avoir bien appointées.

Grandes barrieres. Pour fermer les paſſages & ſorties du chemin couvert, ſera fait des barrieres de la longueur des paſſages, à deux ventaux tournans ſur pivots, arrêtés par le haut avec des collets, & aſſemblés par des traverſes & contre-fiches. Ces barrieres ſeront entretenuës par des poteaux de dix à onze pouces de gros, & neuf pieds & demi de longueur, ayant la pointe à même hauteur que celle des paliſſades, tenus en raiſon chacun par un patin de ſept pieds de long, & ſept à huit pouces de gros, & aſſemblés par deux ſeüils de la longueur des bayes, & de neuf à dix pouces de groſſeur, dont l'un ſera enterré de deux à trois pieds, & l'autre poſé au niveau du paſſage ; le tout de bois de chêne conditionné, comme il eſt dit en ſon lieu, & garni de ſes ferrures & ſerrures de force convenable.

Petites barrieres. Il ſera auſſi poſé de petites barrieres à un ſeul ventail de quatre pieds & demi de largeur à l'entrée des paſſages de chaque traverſe, & ſeront des mêmes hauteurs, bois, aſſemblages & ferrures que les précedens, à l'exception des poteaux qui n'auront que neuf à dix pouces de groſſeur.

PONTS DE LA PLACE.

Ponts-dormans des entrées principales. Les ponts dormans des entrées principales de la Place, tant ſur le grand foſſé, que ſur celui des demi-lunes & reduits, porteront ſur des fermes eſpacées à douze pieds de diſtance l'une de l'autre de milieu en milieu, & chacune de ces fermes ſur une pile de maçonnerie de pierre de taille d'un pied de hauteur & d'un & demi de largeur, qui ſaillira hors du nud des ſeüils, & ſera érigé au deſſus d'un maſſif de groſſe maçonnerie fondé ſur des madriers de chêne.

Ces fermes ſeront compoſées de cinq poteaux, chacun de douze à quatorze pouces de groſſeur, dont un ſera poſé dans le milieu & à plomb, & deux autres de chaque côté en talud avec des contrefiches & liens de neuf à dix pouces, le tout aſſemblé à tenons & mortoiſes avec renfort dans le ſeüil & dans le chapeau.

On poſera ſur chaque travée cinq poutrelles de treize pieds de longueur chacune, & de douze à treize pouces de groſſeur, qu'on aura ſoin d'eſpacer également ſur quinze pieds de largeur qui ſera celle de ces ponts, puis on les couvrira en travers d'un couchis de madriers de chêne de ſeize pieds de longueur & de quatre pouces d'épaiſſeur ſeulement, ſur le milieu deſquels ſera fait en redoublement d'autres madriers de même bois de dix pieds de longueur, & de trois pouces d'épaiſſeur, pour garantir le premier plancher de l'effort & frottement des voitures.

Les poteaux des appuis ſeront enſuite dreſſés ſur les chapeaux, & auront chacun ſix pieds de long, & ſept à huit pouces de gros; ils ſeront garnis de leurs liens pendans, appuis, ſous-appuis, potelets & croix de ſaint André. Les liens pendans auront chacun ſix pieds de longueur ſur ſix à douze de groſſeur; les appuis & ſous-appuis chacun douze pieds de long, & ſix à ſix de gros; les potelets chacun trois pieds de long ſur cinq à ſix de gros, & les croix de ſaint André ſix pieds de long ſur cinq à ſix de gros. Si l'on pavoit ces ponts, le garde pavé aura neuf à neuf pouces d'épaiſſeur ſur toute la longueur des ponts.

Ponts-levis. Les ponts-levis ſeront faits de longueur & ouverture des portes de la Place, & ſeront aſſortis de leurs fléches, baſcules, chaſſis,

entre-toiſes, chaînes, ſerrures & ferrures néceſſaires, le tout bien arrêté & attaché avec boulons, vis & écrou proprement enchaſſés & mis en œuvre conformément aux deſſeins qui en ſeront donnés. Obſervant en general de donner vingt-ſept pieds de longueur aux fléches ſur douze & quatorze pouces de groſſeur par le gros bout, & neuf à dix par le petit; reglant au ſurplus leurs aſſemblages ſelon les calibres néceſſaires pour lever le marche-pied de ces ponts, dont il n'y doit avoir que le chaſſis de bois de chêne, & le reſte de bois de ſapin pour être plus leger & plus facile à lever & à mouvoir.

Ponts de communication des contregardes aux tenailles.

Les ponts de communication des contregardes aux tenailles ſeront plus legers que les précedens, & conſiſteront ſeulement en trois fermes eſpacées à dix pieds neuf pouces de diſtances les unes des autres de milieu en milieu, dont chacune ſera compoſée d'un ſeüil, d'un chapeau, de deux montans & des liens néceſſaires. Les ſeüils auront dix pieds onze pouces de long ſur ſept à huit pouces de gros; les poteaux ſept pieds cinq pouces de longueur entre ſeüil & chapeau, ſur ſept à ſept de groſſeur; les chapeaux ſix pieds trois pouces de long ſur ſept à ſept; les liens trois pieds ſur ſix à ſix; les poutrelles vingt-quatre pieds & demi ſur ſix à ſept, & les madriers du plancher quatre pouces d'épaiſſeur. Leſdites fermes ſeront auſſi poſées ſur un maſſif de maçonnerie, & le pont-levis ſera de la grandeur de l'ouverture de la porte du ſouterrain avec des groſſeurs proportionnées.

GUERITES.

Guerites de pierre de taille.

Les guerites de pierre de taille ſe feront à chaque angle flanqué des Tours baſtionnées, de même qu'au milieu de chaque courtine, ſeront de figure pentagonale, & auront quatre pieds & demi de diametre dans œuvre, & huit pouces d'épaiſſeur de parpin. On pratiquera à leur entrée une porte de deux pieds de largeur ſur ſix de hauteur, & à chacune de leurs faces un petit creneau de deux pieds de hauteur & de ſix pouces de largeur dans le milieu de ſon épaiſſeur, faiſant dedans & dehors un ébraſement de trois pouces de chaque côté de ce creneau. On obſervera d'ailleurs tous les panneaux, boſſages, cordons & ornemens qui ſont marqués dans le deſſein. Ces guerites ſeront poſées ſur un cul de lampe auſſi de pierre de taille, dans la face duquel ſeront proprement ſculptées les Armes du Roy; puis elles ſeront ſurmontées d'une voûte en dôme, taillées & poſées à joints recouverts par aſſiſes égales, bien travaillées & miſes en mortier de ciment. Au deſſus du dôme ſera élevée une

fleur de lys de même pierre, arrêtée ſur ſon piedeſtal avec un goujon de fer d'un pied de longueur, bien ſcellée en plomb.

Paſſage des Guerites. On communiquera à ces guerites par un paſſage de deux pieds & demi à trois pieds de largeur, revêtu de chaque côté d'un mur de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur qui profilera les parapets & banquettes.

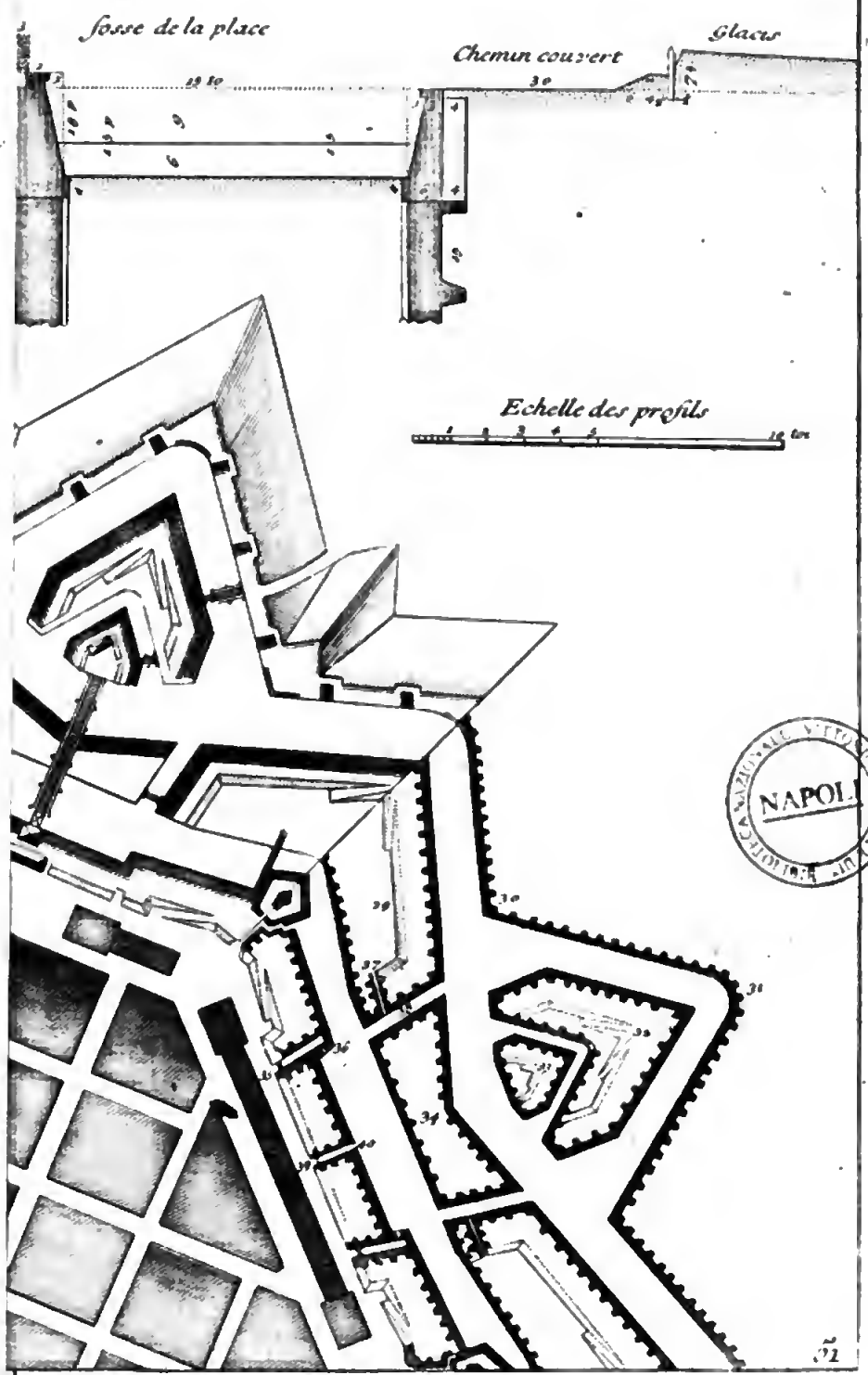
Guerites des bois. Toutes les autres guerites, tant des contregardes que des demi-lunes, ouvrages à corne & autres de la Place, où il en ſera beſoin, ſeront de charpente de bois de chêne, & auront deux pieds & demi de largeur en quarré dans œuvre, ſur cinq pieds huit pouces de hauteur, non compriſe ſa couverture. Les bois des montans & entre-toiſes auront ſix pouces de gros, & le chaſſis d'en bas ſept à huit. Elles ſeront recouvertes par les flancs & par le deſſus, de planches de ſapin bien attachées, & ſeront percées des creneaux par les côtés.

PUITS.

Puits. Les puits de la Place, ſeront approfondis juſqu'à ce qu'il y ait quatre à cinq pieds d'eau vive, & plus, s'il eſt poſſible, après quoi on placera dans le fond un roüet de bois de chêne de quatre à douze pouces de groſſeur, & de quatre pieds de diametre dans œuvre, ſur lequel ſeront poſées quatre aſſiſes de pierres de taille l'une ſur l'autre, d'un pied de hauteur chacune, faiſant parpin de dix-huit pouces d'épaiſſeur, taillées dedans & dehors, poſées en ciment & bien cramponées avec crampons de fer coulés en plomb. Le ſurplus ſera élevé en maçonnerie de brique ou de moilon, faite avec un mortier de chaux & ſable juſqu'à trois pouces près de la hauteur du rez-de-chauſſée de la Place, puis ſera ſurmonté de trois autres aſſiſes auſſi de pierres de taille d'un pied de hauteut chacune, faiſant parpin & proprement taillées dedans & dehors, la derniere deſquelles ſervira de margelle, & ces trois aſſiſes ſeront poſées en ciment, & cramponées comme il vient d'être dit; au ſurplus les puits ſeront garnis de leurs chaînes, poulies, ſeaux & aſſemblage de charpente néceſſaire tant pour le ſuport des poulies, que pour la couverture, s'il en eſt beſoin.

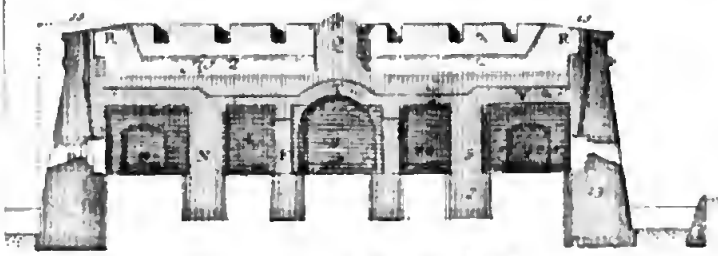
PAVE' DE LA PLACE.

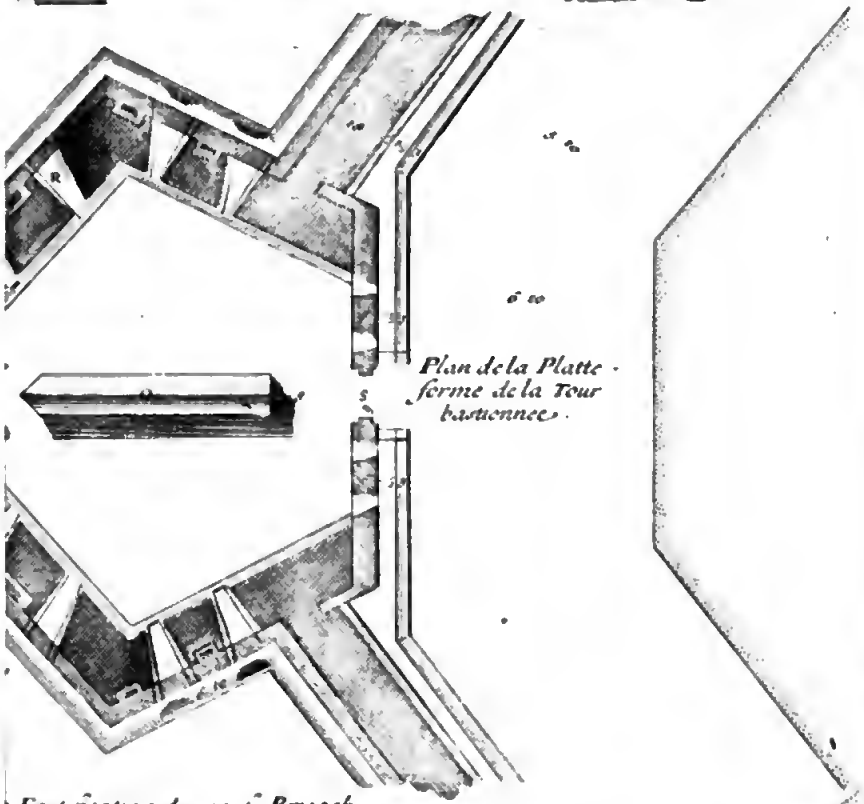
Pavé. Le pavé de la grande Place ſera conſtruit de plus gros cailloux que l'on pourra trouver, & ſera conduit regulierement ſur une pente égale pour faciliter l'écoulement des eaux; on élevera pour cet


Fosse de la place
Chemin couvert
Glacis
Echelle des profils

NAPOLI

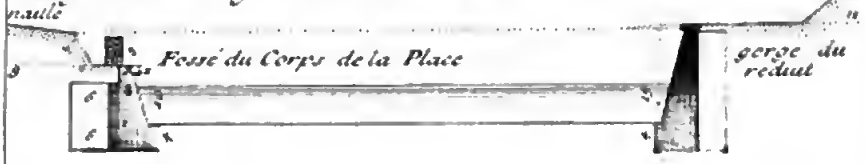
Profil coupe sur le traver AB de la tour bastionnée



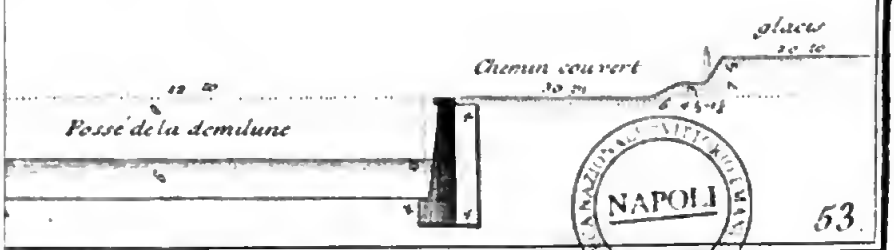


Plan de la Platte forme de la Tour bastionnée.

Fortification du neuf Brisack



lune 1



NAPOLI

cet effet le centre de la Place de quatre pieds, comme il a été dit, ce qui viendra à trois ou quatre lignes par toiſe ou environ, & on obſervera non ſeulement de placer les ruiſſeaux dans le milieu des ruës avec pente d'environ deux pouces* & demi par toiſe, à commencer du pied des maiſons juſqu'auſdits ruiſſeaux; mais encore de diriger les pentes de longueur ſuivant la pente generale qu'il y aura depuis le centre de la Place juſqu'aux remparts. Ce pavé ſera ſur une forme de ſable de huit pouces de hauteur à petits joints & en bonne liaiſon, puis ſera bien battu & dreſſé avec la damoiſelle le plus uniment que faire ſe pourra.

Voilà à peu près ce qui concerne la conſtruction d'une Place neuve, & l'arrangement qu'on doit obſerver dans ſon Devis. S'il ſe trouvoit d'ailleurs des pilotages, écluſes & autres ouvrages à faire, dont il n'a pas été parlé, parce que nous nous propoſons d'en faire le détail dans l'Architecture Hydraulique, il faudroit les y inſerer, n'ayant mis ici préciſément que ce qui a rapport au Neuf-Briſac, dont j'ai tâché de ne rien omettre, tant pour ce qui regarde la diſtribution des parties que l'ordre de l'execution. Je n'y ai point parlé non plus des magazins à poudre ordinaires, parce que leur conſtruction a été ſuffiſamment traité dans le quatriéme Livre.

A l'égard des Devis qui ſe font annuellement pour l'entretien ou la réparation des Places, on ſuit communément l'ordre des articles de l'état de la Cour, & on traite chaque article en particulier & définitivement, ſans s'aſſujettir aux diviſions que j'ai obſervées dans le Devis précedent, qui n'ont lieu que dans les ouvrages de conſequence. Cependant s'il ſe trouve dans les Devis annuels quelque choſe de neuf à conſtruire, & qui demande une attention particuliere, il ſera bon d'en faire un article détaillé, conformément au modele ci-deſſus, & d'y obſerver toutes les conditions & formalités juſques dans les moindres circonſtances.

CONDITIONS ELEMENTAIRES DU DEVIS d'un Bâtiment civil.

De'blais des Terres.

Après avoir tracé les murs du Bâtiment, & rectifié ſon alignement, il ſera fait le déblais des terres des fondemens ſur environ quatre pieds de largeur par le haut, & trois par le bas, juſqu'à ce qu'on ait trouvé un fond ferme & ſolide, lequel ſera en-

ſuite dreſſé bien de niveau dans toute ſon étenduë, & aſſuré, s'il eſt beſoin, par des madriers de trois à quatre pouces d'épaiſſeur.

MAÇONNERIE.

Les fondemens des murs de face auront deux pieds & demi d'épaiſſeur, & ſeront non bloqués contre les terres, mais élevés à plomb & parallelement entre deux lignes, faiſant parement de chaque côté, puis ſeront bien garnis & arraſés de niveau, le tout poſé en bonne liaiſon, & maçonné avec bon moilon & mortier compoſé d'un tiers de chaux meſurée vive, & de deux tiers de ſable; au deſſus de ces fondemens & avec mêmes materiaux, on érigera les murs des faces ſur deux pieds d'épaiſſeur, non compriſe la ſaillie du ſoubaſſement, hors du nud duquel ſera fait retraite de trois pouces par dehors, & de deux par dedans, & ces murs ſeront élevés de onze pieds juſqu'à la hauteur du deſſous du plinte qui aura un pouce de ſaillie, & huit de hauteur.

On élevera enſuite les murs du premier étage de dix pieds au deſſus du plinte, & on obſervera de leur faire faire une retraite d'un pouce par devant ſur l'aplomb des murs inferieurs (ce qui s'executera de même au-deſſus du plinte du ſecond étage) & leur ſommet ſera terminé par un entablement décoré ſuivant le deſſein, mis bien de niveau, & conſtruit de pierre de taille, ainſi que le plinte, ou de briques choiſies, poſées en liaiſon dans le corps du mur.

Tous les murs de refend auront deux pieds d'épaiſſeur dans les fondemens, & ſeront réduits à un pied & demi au deſſus, obſervant de leur donner auſſi trois pouces de retraite de chaque côté, & de les élever avec un peu de fruit pour être réduit à ſeize pouces d'épaiſſeur au-deſſus du premier plancher, & à quatorze au-deſſus du ſecond, le tout conſtruit de même que les murs de face, avec moilon & mortier compoſé comme ci-devant, puis crépis proprement, & blanchis des deux côtés.

Les murs de cloiſon, ainſi que les aîles & faces des lucarnes, ſeront conſtruits de brique; ſçavoir, les faces ſur dix-huit pouces d'épaiſſeur, & les aîles & cloiſon ſur ſix pouces ſeulement. Les contre-cœurs des grandes cheminées ſeront auſſi faits de brique ſur neuf pieds de hauteur, & ceux des communes ſur quatre ſeulement avec un pouce de fruit par pied. Les hottes des manteaux, languettes & fermetures des cheminées ſeront également conſtruites d'une épaiſſeur de brique, & les ouvertures des tuyaux auront

trois pieds & demi de long ſur dix à onze pouces de large, & trois pieds d'élevation au deſſus du faîte, le tout bien uni & crépi, & enduit dedans & dehors.

PIERRE DE TAILLE.

Les angles des Bâtimens ſeront armés de pierres de taille, choiſies dans la meilleure carriere du pays, non geliſſes, ni filtreuſes, poſées en bonne liaiſon par aſſiſes d'un pied de hauteur ſur ſeize à dix-huit pouces de lit, ayant les joints d'équerre avec harpe de ſix pouces de chaque côté, & faiſant retour alternativement de vingt & un pouces de face, & de deux pieds & demi. Les encoignures des plintes & entablement ſeront de mêmes pierres, ainſi que les pieds droits des grandes portes d'entrées & leurs fermetures, qui porteront parpin d'une pierre entre deux; la plus courte deſquelles ſera au moins neuf pouces de liaiſon, & aura un pied & demi de longueur en tête, & un pied en retour de l'écoinçon, les pierres des pieds droits qui ſeront de deux pieces, auront leurs joints bien à l'équerre, & les deux pierres formeront l'épaiſſeur du mur.

On eſpacera les croiſées & autres portes ſuivant les meſures de leur deſſein, leur fermeture ſera bombée par dehors & par dedans, conſtruite de pierre de taille ou de brique, ainſi que les pieds droits avec un ſeüil ou appui de pierre dure d'une ſeule piece, de ſept pouces d'épaiſſeur & dix de largeur. Après quoi ſera faite une décharge au deſſus de ces portes & croiſées, pour ſoulager leurs plattes bandes.

CHARPENTE.

La charpente conſiſtera dans les pieces ſuivantes, dont tous les bois ſeront bien équarris & ſans aubier, proprement taillés & aſſemblés les uns aux autres avec tenons & mortoiſes bien chevillées.

1°. Les jambes des forces des combles auront chacune dix pouces de gros ſur.... de longueur; les liens dix pouces de gros ſur.... de longueur, les entraits dix à douze pouces ſur....; les blochets huit à dix pouces ſur....; & les plattes formes ſur l'entablement quatre, & douze pouces de gros: le tout de bois de chêne. Le ſurplus de l'aſſemblage ſera de bois de ſapin.

2°. Les arbalêtriers auront.... de longueur ſur huit à neuf de gros; les poinçons.... de longueur ſur neuf à dix; les pannes porteront ſur les jambes de force, auront les longueurs néceſſaires ſur ſept à huit de gros; les contrefiches.... de longueur ſur ſept à

ſept de gros ; les chevrons.... de long & quatre pouces de gros, leſquels chevrons ſeront d'une ſeule piece, & eſpacés à un pied de diſtance les uns des autres, bien brandis & arrêtés ſur les pannes, & les empanons bien dreſſés à la ligne.

Tous les ſoliveaux des planchers ſeront poſés bien de niveau à deux pieds de diſtance l'un de l'autre de milieu en milieu, & auront.... de longueur ſur huit à neuf pouces de groſſeur ; on y obſervera les enchevetrures néceſſaires. Les giſtes ou lambourdes ſous le plancher du rez-de-chauſſée, auront quatre à cinq pouces de gros ſur les longueurs néceſſaires, & ſeront eſpacées de deux pieds & demi de milieu en milieu. La ſabliere qui doit être poſée ſur les murs, aura douze pouces de largeur ſur trois à quatre d'épaiſſeur. Les poteaux des cloiſons auront cinq à ſix pouces de groſſeur, & ſeront aſſemblés haut & bas à tenons & mortoiſes dans des ſablieres de ſix à ſept pouces de groſſeur, & délardés pour retenir la maçonnerie des panneaux.

Tous les bois des eſcaliers ſeront de la même qualité, & dreſſés au rabot à vive arrête avec les moulures convenables. Les baluſtres ſeront auſſi de même bois, & tournés ou faits à la main. Les marches maſſives, délardées avec un demi rond ſur le devant ; les limons ſeront gros de cinq à dix ; les noyaux de cinq ; les appuis & les potelets de trois à cinq.

COUVERTURE.

On n'employera aux couvertures que des tuiles choiſies & bien cuites. Les lattes ſeront de bon bois de ſapin de droit fil ſans aubier, bien clouées ſur chaque chevron d'un clou à latte, & poſées à diſtance égale & de niveau, afin que les pureaux le ſoient auſſi.

MENUISERIE.

Les planchers au deſſus des ſolives ſeront faits de planches de ſapin bien ſec d'un pouce ou un pouce & demi d'épaiſſeur, blanchies du côté vû, aſſemblées à raînure & languette, bien dreſſées & attachées aux ſolives avec autant de clous qu'il ſera néceſſaire pour les empêcher de ſe déjetter.

Toutes les croiſées de menuiſerie auront ſept pieds & demi de hauteur ſur quatre pieds quatre pouces de largeur, & ſeront aſſemblées à bouëment. Les chaſſis dormans auront deux pouces d'épaiſſeur, & ſeront ornés de meneaux ronds ſur les montans & traverſes, avec

un quart de rond ſur l'apui élegi dans ces traverſes. Les chaſſis à verre auront un pouce & demi d'épaiſſeur, & les volets un pouce, le tout de bon bois de chêne bien ſec & bien aſſemblé, garni de ſes ferrures qui conſiſteront pour chaque croiſée en huit gonds, huit fiches ou gonds à chatniere, quatre targettes, quatre crampons & huit équeres proprement limés & mis en œuvre. Chaque panneau des croiſées ſera gatni de verre blanc poſé en plomb ou en maſtic, ſoutenu & arrêté par trois vergettes de fer arrondies, bien clouées aux panneaux, & attachées avec bonnes attaches de plomb ſuivant l'uſage.

S'il eſt jugé néceſſaire de barer ces croiſées, on y employera des Barreaux de fer quarré de trois quarts de pouce de groſſeur, qui entreront de quatre pouces dans les appuis & couvertes, & ſeront ſcellés en plomb. Les portes communes ſeront auſſi de bon bois de chêne bien ſec, de ſix pieds & demi de hauteur, de trois de largeur & un pouce & demi d'épaiſſeur, bien aſſemblées avec clef, collées & emboëtées par les deux bouts avec des emboëtures de cinq à ſix pouces de haut, & garnies chacune d'une ſerrure à tour & demi, benardée à l'uſage de France, bien limée & polie de même que ſes pentures & gonds qui ſeront ſeulement limés, brunis & d'une force convenable.

Les portes à deux ventaux auront chacune quatre pieds & demi de large & ſept à huit de hauteur, & ſeront de bois de chêne d'un pouce & demi à deux pouces d'épaiſſeur d'aſſemblage, & d'un pouce ſeulement pour les panneaux. Elles ſeront collées & emboëtées comme les précedentes, ſur la largeur & épaiſſeur du bois, & bien rabottées de deux côtez. Seront de plus garnis de reſſorts, verrouils, ſerrures & autres ferrures néceſſaires; le tout proprement limé & de force ſuffiſante.

Les grandes portes cocheres auront neuf pieds de largeur ſur douze à treize de hauteur, leurs battans ſeront épais de quatre pouces & larges de huit à neuf, les batis de trois pouces d'épaiſſeur, les cadres de quatre, & les panneaux d'un pouce & demi.

Le lambris des plafonds & côtés des chambres, ſera fait de bon bois de chêne ou de ſapin bien ſec, à grands panneaux aſſemblés, collés & bien arrêtés dans les murs; ou de planches ſeulement bien blanchies du côté vû, & recouvertes de liteau ſur tous les joints.

Les conditions de cet abregé peuvent s'appliquer aux Cazernes, Pavillons, Arſenaux, Logemens d'Etat Major & autres, en changeant ſeulement ce qui pourra faire quelque difference tant dans la décoration que dans la pierre de taille & la qualité des materiaux

qui ſont tous arbitraires ſuivant les lieux, la deſtination & la dépenſe qu'on juge à propos d'y faire.

DE LA FORME DES ADJUDICATIONS, Formalités qui s'y obſervent, & du ſtile dans lequel elles ſont conçûës.

LE Devis étant reglé, & partie des fonds aſſignée, l'Intendant de la Province fait publier & afficher dans toutes les Places de ſon Département, & même dans les Provinces voiſines, qu'à tel jour nommé, il ſera procedé en ſon Hôtel & pardevant lui à l'adjudication des ouvrages à faire pour la conſtruction de la nouvelle Place, où ſeront admis tous ceux qui voudront ſe charger de cette entrepriſe, & faire la condition du Roy la meilleure, en donnant bonne & ſuffiſante caution.

Le jour arrivé, l'Intendant accompagné du Directeur des Fortifications, & autres aſſemblés à ce ſujet, fait lire à haute voix le Devis tout entier, afin que les prétendans à ladite entrepriſe, puiſſent être informés de la nature des ouvrages qu'on veut conſtruire, & des conditions auſquelles ils doivent s'aſſujettir; après quoi commencent les differentes miſes des Entrepreneurs pour chaque eſpece d'ouvrage: quand il ne ſe trouve plus perſonne qui mette au Rabais, on allume trois feux de bougie conſécutifs, pendant la durée deſquels un nouvel Entrepreneur peut encore être reçû à faire un nouveau Rabais; & enfin après l'extinction deſdits feux, l'entrepriſe eſt adjugée à celui qui a fait la condition du Roy la meilleure, & on en dreſſe procès-verbal à peu près dans les termes ſuivans.

Ce jourd'hui .... mois, an & jour .... Nous .... noms & qualités de l'Intendant de la Province, étant en notre Hôtel à .... *nom de la Ville*, après pluſieurs affiches & publications faites tant dans ladite Ville, que dans les autres Places de la Province, portant que ledit jour il ſeroit par nous procedé à l'adjudication & au rabais des ouvrages que le Roy a ordonné être faits pour la conſtruction d'une Place neuve à .... *nom du lieu qu'on doit fortifier*, ſuivant le deſſein de M..... y avons procedé en préſence & de l'avis de M. .... Ingenieur-Directeur des Fortifications deſdites Places, aux clauſes & conditions dont la teneur s'enſuit.

Devis des ouvrages, &c. *On copie ici le Devis tout entier dans la forme qui a été preſcrite, & après quoi on continuë le procès verbal de la maniere ſuivante.*

Les Entrepreneurs acceptant les conditions du preſent Devis, ſe fourniront de tous les materiaux, peines d'ouvriers, voitures, échaffaudages, ponts, planches, outils, engins, cordages & generalement de toutes les choſes néceſſaires à l'execution de leur entrepriſe; feront auſſi à leurs frais tous les épuiſemens d'eaux, & ſeront obligés un an après la conſtruction de la Place, de refaire tous les joints de la maçonnerie avec bon mortier de chaux & ſable, ſans qu'ils puiſſent prétendre autre choſe de la part de Sa Majeſté, que les prix portés par l'adjudication qui leur en ſera faite, obſervans qu'aucune terre ne ſoit toiſée deux fois, quoique parties ſoient ſujettes à un ſecond tranſport, à l'exception toutefois de celles qui ſeront paſſées à la claye, & des terres douces qui ſeront miſes à part pour former les parapets, dont on tiendra compte pour le ſecond tranſport; on obſervera encore qu'aucun remblais ne ſoit toiſé, ni aucun vuide dans le cube de la maçonnerie. Seront au ſurplus leſdits ouvrages executés avec toute la diligence poſſible, ſujets aux verifications & receptions ſuivant la maniere accoutumée, & garantis un an après qu'ils auront été reçus par les Ingenieurs qui en ſeront chargés.

Au moyen deſdits prix, les Entrepreneurs ſeront exemts de guet & garde, de toute corvée & logemens des gens de guerre, & il leur ſera permis de faire couper tous les gazons dont ils auront beſoin, dans les prairies ou vieilles pâtures les plus à portée, qui leur ſeront marquées par notre Subdelegué, ou par les Magiſtrats des lieux, & l'Ingenieur en chef de la Place, ſans que leſdits Entrepreneurs ſoient obligés d'en rien payer aux Proprietaires des terres. *Si la Place eſt bien frontiere & qu'on ſoit en tems de guerre, on pourra ajoûter qu'il ſera donné à l'Entrepreneur les eſcortes néceſſaires pour la conſervation de ſes beſtiaux, ſoit chevaux ou bœufs employés à voiturer les materiaux pour la conſtruction des ouvrages. Que ſi leſdits chevaux ou bœufs viennent à être pris avec les eſcortes par quelque parti ennemi, ſoit de troupes reglées ou autres, en voiturant les materiaux, l'Entrepreneur en ſera indemniſé ſuivant leur juſte valeur. Qu'au cas que ledit Entrepreneur, ou ſes Commis ſoient pris priſonniers par les ennemis en faiſant le ſervice du Roy, leur rançon ſera payée par Sa Majeſté.*

Et après lecture faite du Devis ci-deſſus à haute & intelligible voix, que les Entrepreneurs aſſemblés pour mettre leur rabais, ont dit entendre, leſdits ouvrages ont été mis à prix, ſçavoir, *Suite du procès verbal.*

La toiſe cube de groſſe maçonnerie, par le ſieur.... à trente liv. par le ſieur.... à vingt-cinq livres, par le ſieur.... à vingt-deux livres, & par le ſieur.... à vingt livres.

La toiſe cube des terres, &c.

Et ainſi de ſuite déſignant chaque eſpece differente d'ouvrages, ſans en oublier aucun, s'il eſt poſſible, pour éviter toute conteſtation dans la ſuite, & ſpecifiant à chaque article toutes les miſes qui y ont été faites ſuivant l'ordre, & finiſſant par la derniere & la plus foible.

Suite du procès verbal. Après quoi nous avons fait allumer trois feux conſécutifs, pour voir ſi pendant leur durée quelque Particulier de ladite aſſemblée ne feroit point quelque nouveau rabais; mais leſdits feux s'étant tous éteints, & ayant fait trois autres remiſes à differens jours, ſans qu'il ſe ſoit préſenté perſonne qui ait voulu mettre leſdits ouvrages à plus bas prix, ni faire la condition du Roy plus avantageuſe que le ſieur.... Nous, de l'avis de M.... Directeur, & ſous le bon plaiſir de Sa Majeſté, lui avons adjugé & adjugeons leſdits ouvrages, à charge de donner bonne & ſuffiſante caution. Sçavoir,

Audit ſieur.... la toiſe cube de maçonnerie à vingt livres.

La toiſe cube des terres, &c.

Reprenant ainſi de ſuite toutes les dernieres miſes dudit Entrepreneur.

Suite du procès verbal. Leſquels prix ſeront payés audit Entrepreneur des deniers de Sa Majeſté ſur les fonds faits & à faire pour leſdits ouvrages au fur & à meſure de leur avancement, & ſur les billets de l'Ingenieur qui aura la principale conduite. Fait à.... jour & an que deſſus, ſigné l'Intendant, le Directeur & l'Entrepreneur.

Et à l'inſtant ledit ſieur.... nous a preſenté pour caution la perſonne de Guillaume.... demeurant à.... lequel tant en cette qualité, qu'en celle d'aſſocié, s'eſt obligé pour ce preſent, & s'oblige ſolidairement comme pour les propres deniers & affaires de Sa Majeſté, & par les mêmes voyes que ledit Entrepreneur eſt tenu. Fait leſdits jour & an que deſſus. Signé l'Intendant de la Province & la caution.

Pour la conduite que les Ingenieurs doivent avoir avec les Entrepreneurs, il faut d'abord ſe perſuader que comme les entrepriſes ne ſe font qu'en vûë du gain, on a beſoin de toute ſon attention pour empêcher que ce motif n'occaſionne bien des mal-façons, ou de la négligence dans le travail. Ainſi pour y obvier, il eſt du devoir de l'Ingenieur de n'épargner ni ſes ſoins, ni ſes peines, pour que toutes choſes ſoient faites dans l'ordre, & d'être toujours preſent,

ſent, autant qu'il eſt poſſible à tout ce qui s'execute. Les maçonneries ſur-tout demandent une préſence actuelle, de même que la façon des mortiers, & le choix de l'emploi des pierres, il ne faut avoir ſur cela aucune indulgence, les ouvriers ſe relâchent aſſez d'ailleurs. On doit auſſi avoir beaucoup de regularité dans ſes regiſtres, dans la preſſe des attachemens, dans la diſtribution des témoins, dans l'acceptation des materiaux, & ne pas oublier de fixer la groſſeur des bois avant que l'ouvrage ſe faſſe, de crainte que l'Entrepreneur ne méſuſe de la condeſcendance qu'on auroit de lui laiſſer employer à ſa volonté, & qu'il ne multiplie mal-à-propos le nombre de cent de ſolives; abus qui n'eſt pas moins grand, & qui ſouvent n'eſt pas moins préjudiciable à l'ouvrage, que celui d'employer des bois trop foibles; il en eſt de même des ferrures & de pluſieurs autres choſes, qu'il ſeroit trop long de détailler.

D'un autre côté il ne faut pas non plus être inquiet, ni vétiller ſans ſujet; le bien du ſervice veut que l'Entrepreneur s'execute, & qu'il n'épargne rien pour la bonté des ouvrages; mais il veut auſſi que le même Entrepreneur trouve en travaillant, bien de quoi ſe dédommager de ſes frais & de ſes peines. Si cependant il a fait un mauvais marché, ou qu'il lui arrive dans le cours du travail des contre-tems fâcheux & inévitables, ce n'eſt point à l'Ingenieur à y entrer, l'Etrepreneur a la voye de repréſentation à la Cour, comme cela eſt arrivé pluſieurs fois; & quand il eſt bien fondé, il eſt comme aſſuré de trouver dans la bonté du Roy de quoi l'indemniſer de ſes pertes. Mais qu'on s'embaraſſe peu d'ailleurs des tons plaintifs qui ſont aſſez ordinaires à ces Meſſieurs. Un Ingenieur qui ſçait ſon métier, voit aiſément ce qui eſt juſte & raiſonnable à faire, & pour peu qu'il prenne la peine d'entrer dans le détail de chaque choſe, il connoît d'un coup d'œil à quoi il doit s'en tenir.

On demande s'il eſt plus avantageux de n'avoir à faire qu'à un ſeul Entrepreneur general, qu'à pluſieurs qui ſeroient chargés de differentes eſpeces d'ouvrages. L'un & l'autre peut avoir lieu, comme cela arrive quelquefois: cependant il convient mieux qu'un ſeul en ſoit chargé, & pluſieurs raiſons ſemblent autoriſer mon ſentiment.

1°. Quand tout eſt réüni dans la même perſonne, le travail ſe fait mieux, il ſurvient moins de diſcuſſions & de faux-fuyans.

2°. Les interêts du Roy ne périclitent pas tant, & il eſt plus aiſé de faire des recherches, ſi le cas y échoir.

3°. L'Entrepreneur general trouve toûjours lui-même les gens ſolvables, & capables pour ſoutraiter avec lui; & enfin dans les diffe-

rentes manœuvres qui ſurviennent, on ſçait d'abord à qui s'adreſſer, & ſur qui cela doit rouler, ſans être expoſé aux mauvais procedés qui arrivent ſouvent, quand pluſieurs Entrepreneurs s'en mêlent; ainſi il n'y a point à balancer dans ce choix, & il eſt même d'uſage dans une groſſe entrepriſe de donner le tout à celui qui eſt chargé des plus gros ouvrages, quand même il s'en ſeroit trouvé d'autres qui euſſent détaché quelque choſe; mais auſſi l'Entrepreneur général ne peut exiger que le prix des miſes qui auront été faites.

AVERTISSEMENT.

VOici le Devis des Cazernes de Bethune, relatif aux deſſeins de la trentiéme Planche, tel qu'il m'a été envoyé par M. Dartezay *qui étoit alors Ingenieur en chef de cette Place. Comme ce Devis eſt fort ample & très-inſtructif, on y trouvera quantité de détails, dont il n'a pas été fait mention dans les autres précedens. Il y a quelques endroits qui auroient eu beſoin d'être retouchés pour rendre le ſtile plus net; & ſans doute que M.* Dartezay *l'auroit fait avec plaiſir, s'il avoit eu le tems de le repaſſer; mais comme l'Impreſſion de mon Livre étoit fort avancée, quand je le lui ai demandé, c'eſt à moi qu'on doit s'en prendre, & non pas à lui. J'ajoûterai que ce Devis étoit accompagné d'un autre pour la Citerne qui a été conſtruite ſous le même Bâtiment, que j'ai ſupprimé, parce que rapportant celui de la grande Citerne de Calais, il étoit inutile de multiplier les êtres ſans néceſſité.*

DEVIS ET CONDITIONS QU'OBSERVERONT les Entrepreneurs des Cazernes ordonnées à faire à Bethune.

PEMIEREMENT.

Terres.

LEs terres pour les fondemens ſeront enlevées & poſées dans les lieux indiqués conformément aux alignemens & piquets de hauteur qui ſeront donnés, pour relever le terrain autant qu'il ſera jugé convenir par l'Ingenieur-Directeur, ou celui en chef, pour remplir les trous, & mettre à hauteur les rues qui y communiquent, afin de rendre le terrain bien uni, avec les pentes d'eau néceſſaires, obſervant de les arranger & dreſſer par lits dans toute l'étenduë qu'elles devront occuper, & de les bien battre avec des dames ou maſſes de bois; s'il s'en trouve trop, l'Entrepreneur les fera porter hors de la Ville aux endroits qui lui ſeront marqués; & quand il s'en trouvera de mal miſes, il ſera obligé de les ôter, & rétablir à ſes frais.

Ces terres ſeront meſurées & réduites à la toiſe cube dans les lieux de leur déblai, & payées au prix de l'adjudication.

II.

Maçonnerie des fondemens.

L'excavation faite en profondeur ſuffiſante, & le fond reconnu bon par l'Ingenieur, il ſera applani bien de niveau; après que les alignemens auront été verifiés, on y commencera la maçonnerie en libage, & gros moilon juſqu'à un pied au deſſous du rez, laquelle aura de largeur ou d'empatement, ſçavoir, le pignon qui regarde la Ville, & la partie du mur de face qui regarde le rempart des deux bouts qui doivent butter les voûtes des écuries, cinq pieds huit pouces juſqu'à la premiere retraite, cinq pieds quatre pouces pour la deuxiéme, & cinq pieds en nette maçonnerie.

Le pignon qui regarde le Château, trois pieds quatre pouces juſqu'à la premiere retraite, trois pieds pour la deuxiéme, & deux pieds huit pouces en nette maçonnerie.

Les murs de faces, trois pieds deux pouces juſqu'à la premiere retraite, deux pieds dix pouces pour la deuxiéme, & deux pieds ſix pouces en nette maçonnerie.

Ceux de refends qui doivent contenir les cheminées, & l'entrefends qui traverſe en long les écuries dans le milieu du Bâtiment au quartier des ſoldats, trois pieds juſqu'à la premiere retraite, deux pieds huit pouces pour la deuxiéme, & deux pieds quatre pouces, ou trois briques & demi de huit pouces en nette maçonnerie.

Les dix contreforts des cinq angles, de cinq pieds juſqu'à la premiere retraite, quatre pieds huit pouces pour la deuxiéme, & quatre pieds quatre pouces en nette maçonnerie.

Les autres murs qui ſont la cage des deux eſcaliers, de deux pieds quatre pouces juſqu'à la premiere retraite, deux pieds pour la deuxiéme, & un pied huit pouces, ou deux briques & demi en nette maçonnerie.

Le mur d'échiffre au quartier des ſoldats, d'un pied huit pouces juſqu'à la premiere retraite, un pied quatre pouces pour la deuxiéme, & un pied ou brique & demi en nette maçonnerie.

Les deux murs d'entrefends pour le corridor au quartier des Officiers, deux pieds juſqu'à la premiere retraite, un pied huit pouces pour la deuxiéme, & un pied quatre pouces en nette maçonnerie.

Le mur qui ſépare le quartier des Officiers de celui des ſoldats, deux pieds juſqu'à la premiere retraite, un pied huit pouces pour la deuxiéme, & un pied quatre pouces ou deux briques en nette maçonnerie.

Et l'autre mur traverſant les deux dernieres écuries, de trois pieds juſqu'à la premiere retraite, deux pieds huit pouces pour la deuxiéme, & deux pieds quatre ou trois briques & demi en nette maçonnerie.

Les parties qui ſe trouveront plus baſſes que ſix à ſept pieds, auront une augmentation d'épaiſſeur, à raiſon de quatre pouces par retraite ſur deux pieds & demi de hauteur; & ſi l'on rencontre le ſable boüillant, on diligentera les fondemens en les découvrant, lui donnant toute l'épaiſſeur, ou empatement qu'on croira néceſſaire, qui ſera toûjours réduit en nette maçonnerie aux épaiſſeurs dites ci-deſſus juſqu'au plancher du premier étage.

Les murs des latrines ſeront de même conſtruction que ceux des faces des Bâtimens.

Puis après avoir élevé trois rangs de brique bien de niveau, faiſant chaîne ſur toute l'épaiſſeur de ces murs, & verifié de nouveau les alignemens & les angles, on y poſera une graiſſerie ſervant de baſe en dehors, laquelle aura trois pieds de hauteur, où l'on laiſſera un chanfrain de deux pouces coupé en glacis, qui fera une retraite.

La même graiſſerie ſera continuée en dedans des écuries pour la conſervation des murs, il en ſera pareillement des pilaſtres des angles, ou encoignures du rez-de-chauſſée, qui feront un avant-corps de deux pouces de ſaillie; des pieds droits, ou jambages des fenêtres & portes, leſquels ſeront élevés juſqu'à la hauteur de ſept pieds, obſervant les ébraſemens & battées ſuivant l'uſage.

Les appuis des fenêtres, les ſeüils des portes en dehors, les premieres marches, ſeront auſſi de grès d'une ſeule pierre, le tout proprement piqué conformément au modele du nouveau Pavillon de ſaint Prix; les marches de l'eſcalier au quartier des ſoldats auſſi d'une ſeule pierre, ſeront débrutties, & miſes en œuvre à joints quarrés & recouverts; elles auront douze pouzes de giron ſur ſix de hauteur, à porter dans les murs de trois à quatre pouces de chaque côté, ce qui ſera quatre pieds deux pouces de longueur totale ou environ, ſans défauts, ni défectuoſités vicieuſes; après quoi l'on achevera de même façon les angles, les portes, les fenêtres, les cordons à chaque étage, les entablemens, & les ſouches des cheminées au-deſſus des toits, en pierres blanches, ainſi que les ornemens qu'on laiſſera en attente de ſculpture.

Le reſte de la maçonnerie ſera fait en brique depuis le deſſus de la graiſſerie, ainſi que les voûtes des écuries, & celles des eſcaliers au quartier des ſoldats.

On gardera bien exactement les diſtributions des chambres & écuries, & les décorations ſuivant les deſſeins, plans & profils qui ſeront donnés à l'Entrepreneur, ainſi que les retraites, ſçavoir, au premier étage, le pignon & la partie de mur de face, qui butteront les deux bouts des voûtes des écuries, ſeront réduits à la même épaiſſeur, & tout ainſi que les autres murs de même nature diminuent une demie brique, de ſorte que les deux pignons auront ſeulement deux pieds quatre pouces, ou trois briques & demie d'épaiſſeur, les murs de faces deux pieds, ou trois briques, ceux des cordons au quartier des Officiers, & à celui des ſoldats au deſſus des voûtes des écuries; les murs qui ſont la cage des eſcaliers, & celui qui ſépare les deux quartiers, ſeront réduits à un pied ou une brique & demie depuis le premier étage juſqu'à leur hauteur totale.

Les murs de refends qui contiennent les cheminées, leſquelles ſeront dévoyées à côté l'une de l'autre dans l'épaiſſeur des murs du bas en haut, ne peuvent ſouffrir de réduction.

Tous les autres murs diminuëront de quatre pouces à chaque étage.

Le bâtiment des latrines ſera de même conſtruction, & des di-

menſions des murs de face, dont les voûtes en plein ceintre auront les ouvertures néceſſaires pour le paſſage des matieres, le fond pavé de grès avec une décharge dans la riviere.

Les chambres du rez auront onze pieds de hauteur, les autres des étages au deſſus dix, non compris l'épaiſſeur des planchers, les galetas auront auſſi dix pieds d'élevation juſques ſous les entraits, tous leſquels planchers ſeront compaſſés, de ſorte que l'appui des fenêtres & l'entablement ſe trouvent à trois pieds de hauteur au deſſus tout au plus.

Les murs du dedans en general ſeront élevés bien à plomb; & ceux qui ſont face, auront environ un pouce & demi de fruit en dehors.

Qualité des materiaux. Les materiaux pour la conſtruction de ces choſes, ſeront bons, bien choiſis, conditionnés, & de l'échantillon ordinaire, les blancs ou gros libages pour les fondemens, provenans des carrieres de la Buſſiere ou de Barloüin, tirés au moins d'un an, en bonne ſaiſon, il en ſera de même des grès, dont les boutiſſes dans les murs auront dix-huit à vingt pouces de queuë, eſpacés de trois en trois pieds de milieu en milieu en dedans & en dehors alternativement, & les panereſſes ou carreaux dix à douze.

Les pierres de taille pour les pilaſtres des angles, les pieds droits, les ouvertures, les cordons, les entablemens, les fenêtres du galetas, & les ornemens des ſouches des cheminées, ſeront auſſi tirées au moins d'un an, en bonne ſaiſon, ayant été expoſées aux injures de l'hyver, bien ébouſinées juſqu'au vif; en ſorte qu'il n'y reſte ni fil, ni moye, ni veines jaunes, proprement taillées & ragrées au fer ſuivant les panneaux & deſſeins qui enſeigneront auſſi les ſaillies qu'elles devront avoir.

Les briques ſeront toutes de même échantillon ordinaire, bien cuites & bien conditionnées, dont on choiſira les plus belles pour les paremens, poſées en bain flotant de mortier, de même que les pierres de taille, avec attention de les placer dans leur lit, ainſi que la graiſſerie, le tout par aſſiſes égales de niveau & en liaiſon, bien & dûëment frottées, reparées dans les joints, & recirées au fer à meſure que le travail avancera, obſervant de les bien appareiller; principalement les pierres de taille, & les graiſſeries jointoyées au mortier de cendrée.

Dans les grandes chaleurs on aura ſoin de moüiller en employant chaque brique, afin qu'elles ne refuſent pas le mortier.

L'Entrepreneur ne commencera à travailler à tous ces ouvrages, qu'après que les attachemens des fondemens lui auront été marqués par l'Ingenieur.

Cette maçonnerie ſera meſurée & réduite à la toiſe cube pour les fondemens, & celle au-deſſus à la toiſe quarrée d'une brique d'épaiſſeur ſuivant l'uſage du lieu, toiſée tant plein que vuide, ſans rien diminuer des ouvertures.

La graiſſerie comptée au cent de pieds quarrés, meſurée paremens vûs pour la taille ainſi que les pierres blanches.

Les appuis des fenêtres & les marches à la piece, miſes en place, leſquelles choſes ſeront payées au prix de l'adjudication.

III.

Le mortier qu'on employera pour toutes ces maçonneries, ſera compoſé d'un tiers de chaux vive de bonne qualité & cuiſſon, ſans biſcuit, & non éventée, bien éteinte, & de deux tiers de ſable pur du meilleur des environs, criant à la main; il ſera doſé en preſence d'un Ingenieur, & on ne l'employera que trois jours au moins après qu'il aura été bien battu, conroyé & broyé, de façon qu'on ne puiſſe plus diſtinguer la chaux d'avec le ſable; & que l'un & l'autre étant confondus ne faſſent plus qu'un même corps.

Celui dont on ſe ſervira pour les grès en paremens, encoignures & autres, ſera compoſé d'un tiers de chaux vive, & de deux tiers de bonne cendrée, faconné comme il vient d'être dit, n'y mettant qu'une fois de l'eau; puis étant rebattu pendant pluſieurs jours, il ſera employé tout frais battu autant que faire ſe pourra.

IV.

Le pavé de grès pour la ruë qui communique à ces Cazernes, pour la bande qu'on ſe propoſe tout autour, celui des cours, &c. ſera du meilleur du pays, d'une dure & bonne qualité; il aura ſix à ſept pouces de tête ſur huit à neuf de queuë, de figure preſque cubique, & les bordures de dix-huit pouces ſur huit à neuf de large, & au moins douze de long, ſeront de même quarré ſur les deux bouts; il ſera appareillé & par routes égales, en liaiſon, ſur un lit ou forme de ſable de neuf pouces de hauteur, battu & affermi au refus de la damoiſelle, obſervant les pentes & bombages qui ſeront reglés.

La même choſe ſe pratiquera pour le pavé à relever, & ils ſeront tous meſurés à la toiſe quarrée, payés au prix de l'adjudication, bordures compriſes.

V.

Toutes les charpentes qui ſe trouveront à faire pour la conſtruction de ces Cazernes, ſeront executées ſuivant le mémoire ci-joint, & les deſſeins qui ſeront donnés à l'Entrepreneur pour les longueurs, façons & poſitions des bois, qu'il ſuivra de point en point, ſans y pouvoir rien changer; tous leſquels bois ſeront bien ſains & ſecs, coupés au moins de deux ans, abbatus en bonne ſaiſon, à vive arête, à l'exception des ſommiers auſquels on pourra laiſſer deux petits chanfrains d'un pouce & demi aux angles du deſſous, les poſant toûjours de cant, & leur bombage en deſſus, mais les angles du deſſus à vive arête; toutes leſquelles charpentes ſans aubier, capelures, ventelures, ni mauvais nœuds, ſeront miſes en œuvre, aſſemblées à abreuvement, tenons & mortoiſes avec toute la juſteſſe, ſolidité & propreté poſſible, & bien chevillées; & au cas que l'Entrepreneur livre des pieces plus groſſes, elles ne lui ſeront meſurées que ſuivant leſdits deſſeins & mémoires.

L'Entrepreneur ſera obligé de faire à toutes les marches maſſives de l'eſcalier au quartier des Officiers, une aſtragale avec une moulûre pouſſée de deux pouces, & de faire auſſi tourner au tour, ſuivant un deſſein approuvé pour ſervir de modéle, les poteaux & potelets qui y ſeront employés.

Les premiers limons des deux eſcaliers au même lieu, ſeront placés ſur chacun une marche maſſive d'épaiſſeur & longueur ſuffiſante pour être arrondie en dehors; dans tous leſquels limons en general on aſſemblera ces marches, & ils n'auront d'autres ornemens que l'arête du deſſous arrondie entre deux petites moulûres.

MEMOIRE POUR SERVIR A LA DISTRIBUTION des bois employés aux Cazernes de S. Jor, détaillés par étage.

LES BOIS DU REZ.

	Groſſeurs.
Les ſupports mis en attente dans les murs pour porter les auges des écuries,	8. & 4.
Idem. Ceux du deſſous des auges,	6. & 4.
Idem. Ceux pour les rateliers;	4. & 4.
Les pieces de bois, ou linteaux encaſtrés dans les murs des huit chambres d'Officiers, pour ſervir de portemanteaux,	6. & 4.
Les madriers du deſſus des portes en dedans,	10. & 4.

Ceux

Ceux des fenêtres auſſi en dedans. 2. 7 & 4.

LE PREMIER ETAGE. *Groſſeurs.*

Les huit ſommiers des chambres d'Officiers, 12. & 10.
Les ſemelles ou couſſinets ſous ces ſommiers, 6. & 4.
Les ſoliveaux des chambres d'Officiers & ceux du coridor, 6. & 4.
Les autres ſoliveaux qui portent les jambages des cheminées, 8. & 6.
Les cours des plattes formes pour ſervir de tirans ancrés dans les murs à chaque étage, 6. & 4.
Les linteaux encaſtrés dans les murs des deux quartiers à chaque étage, pour ſervir de porte-manteaux, 6. & 4.
Les madriers au deſſus des portes en dedans, 9. & 4.
Ceux au deſſus des fenêtres des deux pignons, 17. & 4.
Les appuis des mêmes, 6. & 4.
Les madriers du deſſus des autres fenêtres, 11. & 4.
Les appuis des mêmes, 6. & 4.
Les pieces de bois qui traverſent les murs de refends, pour porter ſur les jambages les ceintres des cheminées, & ſervir à tenir les chambranles, 4. & 4.
Les chaſſis des portes au quartier des ſoldats, 14. & 6.

LE DEUXIE'ME ETAGE.

Les huit ſommiers du quartier des Officiers, & neuf à celui des ſoldats, 12. & 10.
Trois autres dans la premiere chambre joignant la citerne, & celle dans l'angle qui la ſuit, 14. & 12.
Les ſemelles ou couſſinets pour les mêmes, 6. & 4.
Les ſoliveaux pour les hauſſes des eſcaliers au quartier des Officiers, & ceux qui portent les jambages des cheminées aux deux quartiers, 8. & 6.
Les autres ſoliveaux des planchers des deux quartiers, 6. & 4.
Les pieces traverſant les murs de refends, pour porter les ceintres des cheminées aux deux quartiers, 4. & 4.
Les chaſſis des portes au quartier des ſoldats, 14. & 6.
Les madriers pour le deſſus en dedans des fenêtres des pignons, 13. & 4.
Ceux des appuis des mêmes; 6. & 4.
Les madriers pour le deſſus en dedans des autres fenêtres, 8. & 4.
Les appuis des mêmes, 6. & 4.

Les madriers du deſſus des portes des chambres d'Officiers en dedans, 6. & 4.

LE TROISIE'ME ETAGE, OU GALETAS.

Groſſeurs.

Les huit ſommiers du quartier des Officiers, & quatre aux chambres du côté du pignon qui regarde la Ville, à celui des ſoldats, 12. & 10.

Dix-huit autres ſommiers aux chambres du pan coupé, & autres le long de la face qui regarde le rempart, & ceux qui ſoutiennent la manſarde, 14. & 12.

Les ſemelles ou couſſinets en general, 6. & 4.

Les ſoliveaux pour les hauſſes des eſcaliers, 8. & 6.

Ceux pour porter les jambages des cheminées aux deux quartiers, 8. & 6.

Les autres pour les planchers des deux quartiers, 6. & 4.

Les pieces traverſant les murs pour porter les manteaux des cheminées des deux quartiers, 4. & 4.

Les chaſſis des portes au quartier des ſoldats, 14. & 6.

LE COMBLE ET LE PLANCHER EN DESSOUS.

Cours des pannes de briſis, 12. & 6.

Les gouſſets, ou enraînures des angles, 10. & 8.

Les jambes de force, les blochets, les entraits*, ceux des croupes, les arbalêtriers ou petites forces, les poinçons, les coliers ou enraînures, les arêtiers ſur les angles du faux comble, ſur la panne de briſis, les ſoliveaux ou gites des eſcaliers des deux quartiers, ceux ſervant de liſſoirs le long des ſouches des cheminées, & qui portent les planchers des deux quartiers, 7. & 6.

* Les entraits portent ſur les deux murs ducoridor, car autrement il leur faudroit plus de groſſeur.

Cours des ſablieres ou plates, 10. & 4.

Cours d'autres ſablieres ſur l'entablement, pour porter les coyaux au comble des fenêtres, 6. & 4.

Cours de pannes, ou ventrieres au faux comble, ſur deux rangs de chaque côté, 6. & 4.

Cours de faîtes & ſous-faîtes, 6. & 4.

Les pieces d'entre-toiſes faiſant les croix de ſaint André entre les faîtes & ſous-faîtes, les liens ou braſſons des fermes & autres, les plattes-formes ou couſſinets pour toutes les pieces qui portent ſur les murs, 6. & 4.

Les pieces qui portent les jouës des fenêtres du troi-

siéme étage, ou galetas, 8. & 4.
Les montains, & les petites pannes, & les appuis des petites fenêtres des greniers, 6. & 4.
Les ceintres qui font le devant des mêmes, 10. & 4.
Les deux chassis des portes des greniers sous le faux comble, 9. & 5.

LES DEUX ESCALIERS AU QUARTIER DES OFFICIERS.

Les limons & les patins sous les deux premiers limons, 10. & 5.
Les cent soixante & quatre marches massives coupées en triangle rectangle, réduites à 13. & 4.
Les seize pieces traversant la cage des escaliers à l'endroit des palliers & au haut de chaque étage, pour potter & appuyer les limons, 10. & 8.
Les trente-deux grands poteaux, 5. & 5.
Les deux cens huit potelets tournés, compris ceux au-devant des fênêtres, 4. & 4.
Les cours d'apui des escaliers, & au devant des fenêtres, 5. & 4.
Les solles au devant des mêmes fenêtres pour porter les potelets, 5. & 4.
Les soliveaux des palliers & autres, 6. & 4.

BOIS D'ORME AU QUATRIE'ME PLANCHER, ET AU COMBLAGE.

Les soliveaux des chambres des deux quartiers & des corridors, 6. & 4.
Les chevrons, les coyaux, le comblage des fenêtres des galetas, & celui des petites lucarnes, 4. & 3.
Les ruelles ou linteaux aux mêmes fenêtres, 3. & 2.

Cette charpente sera toisée pour être réduite au cent de solives suivant l'usage, & payée, sçavoir le bois de chêne ordinaire à un prix, celui des sommiers de dix pouces d'équarrissage & au dessus, à un autre, à cause de leurs longueurs & grosseurs, & les bois d'orme des combles aussi à un prix particulier; les rateliers des écuries égaux à ceux des Cazernes de saint Prix, à la toise courante, moyennant quoi l'Entrepreneur sera tenu à tous les ornemens ordinaires de la charpente, & au rétablissement de toutes ouvertures dans les

murs & dégradations qu'il ſera obligé de faire pour placer ces bois ; ou qui ſurviendront par mal-adreſſe.

VI.

Les planchers des mangeoires dans les écuries, ceux des chambres, des grandes portes d'entrées, de celles des écuries, &c. ſeront de bonnes planches d'un pouce franc d'épaiſſeur, bien ſéches, ſans défauts, ni nœuds vicieux, miſes en longueur pour porter ſur les gîtes, de la même qualité de bois qu'il eſt dit ci-devant, bien jointes & équarries, de ſorte que les bouts de deux planches couvrent chacune en ſe joignant, la moitié d'un ſoliveau, parées & rabottées des deux côtés, s'il eſt beſoin aſſemblées à languettes & raînure pour les portes, & à joints recouverts d'un quart de pouce au moins pour les planchers, attachées chacune avec de bons clous ſur chaque gîte ou ſoliveau, de longueur convenable, en quantité ſuffiſante, & enfoncés à tête perduë.

Cet ouvrage ſera payé à la toiſe quarrée, le chêne neuf à un prix, & le bois blanc à un autre, les clous, chevilles, & generalement tout ce qui en dépendra, compris.

VII.

La menuiſerie qui conſiſtera particulierement en trente-deux portes au quartier des Officiers, les chambranles des cheminées au même lieu, quatre-vingt-quatorze croiſées aux deux quartiers, les armoires, &c. ſera d'un bois de chêne choiſi, bon & bien ſec, de cinq ans au moins, & des qualités expliquées à l'article 5. de la Charpente, le tout bien uniformement executé ſuivant les deſſeins ; ſera payé à la piéce, les portes des chambres d'Officiers à un prix, celles des écuries & chambres des ſoldats à un autre, les fenêtres à un autre, les chambranles ou bas des cheminées auſſi à la piece, & le reſte à la toiſe quarrée.

VIII.

Les plafonds des galetas ſeront faits de lattes de cœur de chêne, ſolidement clouées aux gîtes ou ſoliveaux, ſur leſquelles on appliquera deux couches de mortier, la premiere compoſée d'argile avec un huitiéme de chaux vive, dans laquelle on mêlera de la bourre qu'on aura eu ſoin de bien battre pour en ôter la pouſſiere, repriſe & renduë unie par deſſous, la ſeconde ſera auſſi de chaux

ſeulement bien éteinte, coulée, & de bourre blanche battuë en quantité ſuffiſante, le tout broyé enſemble ; obſervant de faire ces mortiers trois ou quatre jours avant que de les employer, & de mettre la ſeconde couche après que la premiere aura été reconnuë ſuffiſamment ſéche, ſans l'être trop, afin que les deux couches faſſent union enſemble.

Cette deuxiéme couche ſera proprement cirée & polie à la truelle juſqu'à ce qu'elle ne puiſſe plus fendre, pour enſuite être lavée deux fois avec la broſſe d'un lait de chaux vive mêlé de petit bleu.

Cet ouvrage ſera meſuré & payé à la toiſe quarrée, tout compris.

Les enduits des chambres & autres, ſeront executés avec les mêmes mortiers & de même façon que les précedens, ayant attention de bien moüiller les paremens pour la premiere couche.

Ils ſeront auſſi payés à la toiſe quarrée.

IX.

Les carreaux de terre que l'on employera dans les chambres, ſeront bons, bien cuits, & de même échantillon, de cinq à ſix pouces en quarré ; ils ſeront poſés ſur une forme de terre graſſe d'environ un demi pouce d'épaiſſeur, en ligne droite, & en liaiſon, ſur une couche de mortier égale à celui des maçonneries, bien de niveau, pour être auſſi meſurés & payés à la toiſe quarrée.

X.

La couverture d'ardoiſe d'Angleterre ſera bonne, noire, luiſante, & ferme, recoupée ſur trois côtés, bien appareillée, pour être poſée au tiers de pureau, ou de ſa hauteur, d'alignement, à joints recouverts, clouée de trois bons clous chacune, ſur un plancher de bois blanc d'un pouce d'épaiſſeur, & des qualités dites à l'article 5. & 6. leſquelles planches auront été bien alignées pour être ajuſtées & jointes enſemble ſans intervalle, attachées avec trois bon clous ſur chaque chevron.

L'Entrepreneur en ſera payé à la toiſe quarrée, plancher & toutes autres fournitures compriſes, meſurées tant plein que vuide pour les fenêtres & autres ouvertures des toits, dont il ne pourra prétendre d'augmentation, non plus que pour les bordures.

XI.

La plomberie ou comble de ces Cazernes, aura ſur l'enfaîtement

une ligne un quart d'épaiſſeur ſur dix-huit pouces de largeur, qui feront neuf pouces de chaque côté, arrêtée avec des crochets de fer de quatre à la toiſe, ou de pied & demi en pied & demi de diſtance; il en ſera de même des enfaîtemens des fenêtres des galetas, & de celui qui doit en couvrir ou en revêtir le deſſus de la maçonnerie.

Le plomb des enfaîtemens des lucarnes aura quinze pouces de large ſur une ligne d'épaiſſeur.

Celui des noquets pour les nouës, & le long des ſouches des cheminées, de même épaiſſeur ſur neuf pouces de large.

Le plomb pour revêtir les cordons ou la panne de briſis, aura auſſi une ligne d'épaiſſeur ſur douze pouces de large, afin de recouvrir quatre pouces au moins partie du premier rang d'ardoiſe au deſſous de la briſure.

Le plomb des arêtiers aura auſſi une ligne d'épaiſſeur ſur douze pouces de large.

Celui qui couvrira le pan coupé du côté de la cour, aura pareillement douze pouces de large ſur une ligne au moins d'épaiſſeur.

Le plomb des chaîneaux pour recevoir les eaux ſous l'entablement, aura dix-huit pouces de large ſur une ligne & demie d'épaiſſeur, arondis & couverts vis-à-vis les fenêtres des galetas, pour empêcher les ordures que les ſoldats y pourroient jetter; ils auront un pouce de pente par toiſe, ſoutenus par des crochets de fer de pied & demi en pied & demi, afin de les conduire ſous l'aplomb des citernaux.

Le plomb des bavettes ou larmieres, par deſſus ces chaîneaux & l'entablement, aura trois quarts de ligne d'épaiſſeur.

Le plomb des deſcentes dans les citernaux & pour les pompes, de trois pouces de diametre ſur deux lignes d'épaiſſeur, ſera attaché à la muraille avec des colliers de fer qui puiſſent s'ouvrir au beſoin.

Tout lequel plomb ſera du meilleur que l'on puiſſe trouver; loyal & marchand, coulé en tables bien unies, ſoudé avec étain fin à l'ordinaire; il ſera peſé au poids de la Ville, & payé au quintal, ſoudure compriſe.

XII.

La ferrure dont on diſtinguera de deux ſortes.

Le gros fer neuf comprend tout ce qui ſera employé en gros ouvrages, comme les anneaux en dehors qui ſeront mis dans les murs de faces en bâtiſſant pour le beſoin des Cavaliers, les cinq chaînes

qui traverſeront en long d'un bout à l'autre dans les dix écuries à hauteur de la naiſſance des voûtes, ſçavoir, ſur les deux murs de face, ſur le mur d'entrefends, & le milieu des écuries, celles en large ſur les cinq murs de refends au même quartier, & ceux des deux bouts; leſquelles chaînes auront un pouce & demi en quarré, ancrées à demie brique des paremens des murs, avec des cleſs de même groſſeur de quatre à cinq pieds de longueur, bandées au moyen des talons ou crochets faits exprès aux forges, forts & bien ſoudés à chacune de ces chaînes, compaſſés pour être au milieu de chaque mur, & d'un coin long d'un pied avec quelques autres petits frappés à chaque endroit entre deux de ces talons ou crochets à forces avec un gros marteau, ayant attention de ne faire cette derniere operation, que quand les maçonneries du deſſus qui les enfermeront, auront été élevées de cinq à ſix pieds, même davantage pour les mieux contenir, de laiſſer à chaque jonction de ces talons un intervalle ſuffiſant pour frapper ces grands coins & petits déja placés, juſqu'à ce que l'on voye la chaîne ſuffiſamment tenduë; car il ſeroit dangereux de paſſer outre.

Les autres ancres, molles, bandes, ou plates-formes à chaque étage, en bois de chêne dont on a parlé à l'article 5. gonds, crochets, pentures des grandes portes, éguilles des Fleurs de lys, & le reſte, lequel ſera de bonne qualité, doux, pliant, ſans paille, d'un grain fin, clair & preſſé, non caſſant, & bien forgé, ſuivant les inſtructions qui ſeront données, proprement travaillé & mis en œuvre.

Le fer à la lime & d'un grain plus fin & plus preſſé, ſujet à être limé, devra être travaillé & des qualités dites ci-deſſus; il conſiſtera en petits boulons, verroüils à reſſorts, gâches, targettes, crochets & équerres des combles, la ferrure des trente-deux portes des chambres d'Officiers, compoſée chacune de deux pentures, une ſerrure à tour & demi avec la clef, garnies différemment les unes des autres, un gliſſoir & un bouton accompagné de ſa roſette pour les ouvrir & fermer; les trente du quartier des ſoldats auſſi de differentes garnitures, & celles des dix portes des écuries qui ſeront à tour ſeulement, ayant toutes chacunes deux gros verroüils plats ou targettes en dedans.

Les portes des veſtibules auront mêmes garnitures, mais plus fortes, afin de mieux réſiſter, ſans oublier un crochet à chaque venteaux, afin de les tenir ouverts.

La ferrure des croiſées au quartier des Officiers, conſiſtera en ſix pentures à charnieres, deux verroüils plats, l'un en haut plus long que l'autre en bas, ſix pattes & un bouton; celle des fenêtres du

quartier des ſoldats, & des écuries, ſera de même qualité; deſquelles ferrures des portes & fenêtres il ſera fait un modéle, qui après avoir été bien examiné & approuvé, ſervira pour l'adjudication à la piece de chacune de ces ferrures, que l'Entrepreneur ſera obligé de mettre en place où on lui indiquera; fournira les clous néceſſaires à cette fin, qui pour les autres ouvrages, ſeront peſez avec le reſte.

Ces deux ſortes de fers ſeront peſez au poids de la Ville, & payés au quintal, compris toute main d'œuvre, mais à prix differens, la ferrure entiere des portes à la piece, ainſi que celles des croiſées, tout compris.

XIII.

La vitrerie pour les croiſées ſera de verre de France bien blanc & uni, ſans pailles ni boudines, mis en plomb tiré d'un tiers de pouce de largeur pour l'encaſtrement des carreaux, & la facilité de les remplacer lorſqu'ils ſont caſſez, proprement travaillez, ſuivant les deſſeins qu'on donnera.

Il ſera meſuré au pied quarré de douze pouces, les verges de fer compriſes, que l'Entrepreneur fournira à chaque rang de carreaux, en groſſeur ſuffiſante pour bien affermir chaque panneau, & les ſoutenir contre les plus grands efforts du vent.

XIV.

La peinture d'impreſſion à l'huile pour les portes d'entrées, celle des écuries, les croiſées en dehors, la panne de briſis, les lucarnes de bois, & le reſte, ſera miſe en couleur de bois, imprimée de deux couches compoſées de blanc de ſereuſe, mêlée d'ocre jaune, ou de telle autre couleur que l'on jugera convenir, de la meilleure, & broyée avec de l'huile de lin, dont la ſeconde couche ne ſe mettra que lorſque la premiere ſera bien ſéche.

Cet ouvrage ſera méſuré, réduit & payé à la toiſe quarrée.

XV.

Les trois Fleurs de lys à quatre angles pour les deux coupes, & le milieu de l'équerre de ces Cazernes, ſeront de cuivre jaune, de quatre pieds & demi de hauteur, non compris le globe qui en ſera la baſe; on les executera ſuivant le deſſein, & conformement au modele, en carton qui en a été dreſſé, bien ſoudées, & en outre

outre cloüées de clous auſſi de cuivre, rivés de diſtance à autre, pour enſuite être dorées, & poſées dans une éguille de fer qui les traverſera d'un bout à l'autre, ſans bleſſer le métal, compaſſant ſa groſſeur au vuide du collet des Fleurs de lys, dont le pied ſera cloüé ſur le bois du comble, & recouvert par le plomb des enfaîtemens.

XVI.

CONDITIONS GENERALES.

Les Entrepreneurs ſe conformeront aux termes du preſent Devis, & ne pourront commencer aucun travail de quelque nature qu'il puiſſe être, qu'auparavant il n'ait été tracé, alligné & ordonné par M. le Comte de Vauban, Directeur des Fortifications de cette Province, ou en ſon abſence par l'Ingenieur en chef de la Place; & au cas qu'il ſe trouve pendant le cours & après l'achevement du travail quelques mal-façons de leur part, ils ſeront tenus de le refaire à leurs frais, ſans pouvoir prétendre d'être dedommagez: tous leſquels ouvrages ne leur ſeront comptez qu'une fois ſeulement, & payés au prix de l'adjudication qui en aura été faite chaque année.

Les Entrepreneurs ſe fourniront ſans exception de tous les materiaux, outils, échaffauts, ceintres de voutes, & autres choſes neceſſaires pour l'entiere & parfaite execution de leur entrepriſe, employant le nombre d'hommes ſuffiſant, & qui leur ſera ordonné pour diligenter le travail, afin qu'il ſoit fait en bonne ſaiſon; & au cas de rerardement, il en ſera mis à leurs frais, autant qu'il ſera jugé neceſſaire: ſuivront en tout les ordres qu'ils recevront, & les deſſeins qui leur ſeront donnez, n'employant que des materiaux conditionnez comme il eſt dit, qui ſeront ſujets à verification & reception, rejettant tous ceux qui ne ſe trouveront pas des qualités & dimenſions requiſes au preſent Devis, & ne pourront prétendre leur entier & parfait payement qu'après l'achevement & reception d'iceux, qu'ils garantiront pendant un an, à compter du jour qu'ils auront été reçûs, & pour ſureté de l'execution d'iceux & des deniers du Roy, qu'ils recevront à compte à fur & à meſure que le travail avancera; ils donneront bonne & ſuffiſante caution.

S'il ſurvient quelque ouvrage extraordinaire & imprévû pendant le cours de l'année; les Entrepreneurs ſeront obligez de le faire par continuation du prix de chaque nature dont ils ſeront

convenus; & ſi reciproquement on trouvoit à propos de changer, retrancher, ou differer à une autre année quelqu'un de ceux qui ſont ordonnez; les Entrepreneurs ne pourront en prétendre aucun dédommagement.

Ils feront tranſporter tous les décombres provenantes des conſtructions ou démolitions de leurs ouvrages, aux lieux qui leur ſeront indiquez; & ſi quelqu'un manque d'avoir achevé ſon entrepriſe par negligence, à la fin du mois de Septembre prochain, il ſera condamné à une amende proportionnée au travail dont il aura été chargé.

Bien attendu qu'encore que le preſent Devis comprenne ce qui doit entrer dans la conſtruction totale de ces Cazernes, il ne pourra cependant ſervir à cette fin; que pour la conſommation des fonds qui ſeront ordonnez chaque année.

Chaque Entrepreneur ſera tenu au dédommagement des proprietaires ſur les heritages deſquels il prendra ou voiturera les materiaux de gré à gré ou ſuivant l'eſtimation qui en ſera faite par deux Experts nommez de part & d'autre; & ſi il arrive quelques difficultez entre les Entrepreneurs, ou entr'eux & leurs cautions, comptes & décomptes, qui ayent rapport directement ou indirectement à l'execution de leurs ouvrages, & que tout ne ſoit pas aſſez clairement expliqué par le preſent Devis, ils ſe conformeront ſans appel à ce qui ſera reglé par le Directeur des Fortifications, ou en ſon abſence par l'Ingenieur en chef; & ils ne pourront ſans leur conſentement, rendre leurs ouvrages par ſous-entrepriſes, ni s'aſſocier.

Fait à Bethune le vingt-deux Mars mil ſept cent vingt-deux,
D'ARTEZAY, Ingenieur en Chef.

Quand on fera des Devis, il eſt à propos de lier les Entrepreneurs, autant qu'il eſt poſſible, ainſi qu'on vient de le voir dans les conditions précedentes, afin de prévenir toutes les conteſtations, & les relâchemens auſquels la plûpart ſont aſſez ſujets.

Voici un Devis qui pourra ſervir de formulaire pour les Magazins à Poudre; il vient de M. de Muz, *Directeur des Fortifications, qui a bien voulu prendre la peine de le compoſer exprès pour me faire plaiſir.*

DEVIS POUR LA CONSTRUCTION D'UN Magazin à Poudre très-ſolide, de dix toiſes de longueur ſur quatre de large.

PREMIEREMENT.

PLacer autant que faire ſe pourra le Magazin dans un lieu le plus ſec, le plus couvert, & le moins expoſé au front des attaques, non plus que ſes portes & fenêtres au vent d'Oüeſt.

II.

Après que l'Ingenieur en Chef aura diſtribué le Plan, Profil & le Devis aux Entrepreneurs, & tracé tout l'interieur des murs, on marquera la largeur de la foüille des terres pour la fondation juſques au bon, vif & ſolide fond, que nous ſuppoſons ici de ſix pieds de profondeur ſeulement, & plus ou moins bas s'il en eſt neceſſaire, ſur la largeur de huit pieds dans le fond pour les longs côtez, bien mis de niveau, & les terres coupées à plomb, & étre-ſillonnées pour qu'il ne s'y faſſe point d'éboulement.

III.

Enſuite on poſera de gros moilons ou libages, avec de bons lits, & joints à ſec, & on maçonnera au deſſus avec pareille matiere en bon mortier, juſques à deux pieds trois pouces de hauteur, bien araſée de pied en pied; après quoi on poſera au deſſus une chaîne de deux aſſiſes de briques, traverſant toute la largeur du mur, dont la ſeconde ſera en boutiſſe par les deux extremités, & ſur laquelle on ſera retraite de trois pouces de part & d'autre: on recommencera à élever encore deux pieds trois pouces en moilon, faiſant parement bien dreſſé & à plomb tant ſur le devant que ſur le derriere, en ſorte que l'achevement de toute la hauteur deſdits ſix pieds, ainſi que de toutes les fondations, ſoit qu'elles ayent plus ou moins de profondeur, ſoient terminées par cinq aſſiſes de briques, dont la derniere ſera auſſi en boutiſſe, pour avoir neuf pouces de retraite ſur le devant, trois ſur le derriere, & réduire les murs des longs côtez à ſept pieds d'épaiſſeur.

IV.

On fondera auſſi en même tems, & auſſi bas les pilliers buttans; & les murs de face ſous les deux pignons, en y obſervant toutes les bonnes façons, liaiſons & cimetries que ci-devant; le tout poſé en bon mortier ordinaire, compoſé d'un tiers de bonne chaux éteinte toute vive, & deux tiers du meilleur ſable bien battu, démêlé & corroyé, enſorte qu'il ne faſſe plus qu'un même corps, & mis en œuvre ſeulement vingt-quatre heures après, & le rabottant & corroyant tout de nouveau, ſans y mettre de l'eau que la premiere fois.

V.

Leſdits pilliers buttans auront chacun quatre pieds ſix pouces de large, ſur ſix pieds ſix pouces de queuë en fondation, réduit enſuite à cinq pieds ſix pouces, & quatre pieds au nœud de leur parement, pour avoir deux retraites de trois pouces chacune.

VI.

Les fondations des deux pignons auront chacune cinq pieds de large, & le mur réduit à quatre pieds, à cauſe des retraites du devant & du derriere; le tout conſtruit en même tems pour faire meilleure liaiſon.

VII.

Si le fond du terrain ſe trouvoit tendre, foible ou douteux; après avoir ſondé avec la ſonde à tarriere, on le fortifiera par une grille de charpente de bois de chêne, compoſée de longrines & racinaux de dix pouces quarrés aſſemblée par entailles à queuë d'ironde aux extremités par devant & derriere, & tenuës en raiſon avec des bonnes chevilles de fer ébarbellées, enfoncées à tête perduë, après quoi les araſer de moilon au libage, comme il eſt dit ci-devant.

VIII.

Que s'il y avoit plus de précaution à prendre, il faudroit couvrir toute la ſuperficie de ladite grille, par un plancher de madriers de bois de chêne de ſix pouces d'épaiſſeur ſur huit, dix & douze de largeur, bien joints l'un contre l'autre, les laiſſant déborder de deux ou trois pouces ſur le devant & le derriere de la

fondation, avec une eſpece de mentonnet, ou bien un heurtoir pour contenir le premier moilon ou libage poſé à ſec, & l'empêcher de gliſſer au vuide lorſqu'il ſeroit chargé.

IX.

Piloter même au deſſous de la grille, s'il en étoit neceſſaire, pour plus de ſolidité & de ſureté, & cela fait ſelon l'uſage du pilotage dont nous ne faiſons point le détail.

X.

Toutes ces fondations miſes à leur hauteur, on fera courir le niveau tout au tour, après quoi on établira les murs au-deſſus, ſelon les largeurs ci-devant ſpecifiées, donnant un peu de fruit au parement exterieur, c'eſt-à-dire, deux ou trois lignes par pied, & le parement interieur bien monté à plomb; enſuite on poſera d'abord cinq aſſiſes de pierres dures, non geliſſes, ou de graiſſerie, en tous les paremens exterieurs, dont les carreaux auront dix à douze pouces de face, ſur neuf à dix de queuë à joints quarrez & d'équerre; & de trois en trois quarreaux on placera une boutiſſe à tête quarrée, ſur dix-huit à vingt pouces de queuë; le tout bien eſſemillé & équarri; obſervant que leſdites boutiſſes ne doivent pas être miſes l'une ſur l'autre dans les aſſiſes au deſſus, mais en quinconche ou en échiquier, avec des coins à tous les angles, & aux pieds droits des portes & fenêtres; le tout en bon mortier de ciment, compoſé d'un tiers de bonne chaux vive, & de deux tiers de poudre de vieux tuileaux, bien pulveriſé & paſſé au tamis, battu, demêlé & corroyé, enſorte qu'ils ne faſſent plus qu'un même corps, fait de quinze jours avant que de le mettre en œuvre, pendant lequel tems on le rebattra de nouveau à pluſieurs repriſes avec la batte de fer, dans un petit baſſin ou auget d'un pied quarré fait exprès, avec des planches par les côtez, & un gros madrier dans le fond, & toûjours ſans y mettre de l'eau que la premiere fois.

XI.

Et comme la plûpart des pierres, & ſur tout celles de graiſſerie, ſont fort ſuſceptibles d'impreſſion de la gelée, à cauſe de la nature de leurs pores; il faut que la derniere deſdites cinq aſſiſes,

ſoit rencontré & maçonné au moins avec deux briques en boutiſſes, poſées en mortier ordinaire.

XII.

Tous les paremens interieurs deſdits murs ſeront de bonnes briques bien cuites & bien moulées, faits par plombées de cinq aſſiſes, faiſant enſemble un pied de hauteur, y compris le mortier, dont la premiere aura trois briques & demie, la ſeconde trois briques, la troiſiéme deux briques & demie, la quatriéme deux briques, & la cinquiéme une & demie, afin d'obſerver une bonne liaiſon, & l'intervalle entre leſdites briques, & celles qui ont garni le derriere de la graiſſerie, ſeront maçonnées en mortier poſés à la main, preſſés du talon du marteau, en bon moilon ordinaire, enſorte qu'il ſouffle de toutes parts, & arraſé à chaque pied de hauteur.

XIII.

Au-deſſus des cinq aſſiſes de graiſſerie, on fera parement de briques par plombées, comme ci-devant, & l'entre-deux maçonné en moilon, obſervant que le dehors & le dedans montent également, & en même tems avec des coins de grès retournés en liaiſon à tous les angles poſés en mortier de ciment.

XIV.

Les longs côtez ſeront élevez de même juſqu'à cinq ou ſix pieds plus ou moins, ſelon le beſoin, après quoi ils ſeront terminez par cinq aſſiſes de briques, traverſant d'un parement à l'autre pour recevoir la naiſſance de la voûte, dont la derniere aſſiſe ſera poſée par précaution en doüelle & coupe de vouſſoir, ſelon le ceintre de la voûte, pour éviter le défaut des cales ou gros mortier que les Maçons mettent mal à propos ſous la premiere brique qu'ils poſent, pour racheter la retombée du ceintre; le tout à petits joints, & à petits lits, ſans faire de trop gros mortier.

XV.

La voûte ſera faite en plein ceintre, comme la plus ſolide, de trois pieds & demi d'épaiſſeur au moins, toute de bonnes briques choiſies, bien cuites & bien moulées, frottées & dreſſées à

la main l'une contre l'autre, posées à petits joints en bon mortier, sans grimaux, ni grains de sable, très-bien & également ceintrées dans toute sa longueur & largeur; tous les materiaux choisis & bien appareillés, c'est-à-dire, des vousſoirs pendans & clavaux conditionnés, & taillés exprès, si c'est de pierres.

Mais si c'est de briques, comme la meilleure matiere à ce sujet, il faudra d'abord les bâtir par une brique d'épaisseur, bandée & bien fichée de coins de bois sur la clef, & bien arrondir son extrados, pour recommencer une seconde voûte, repetées jusqu'à quatre fois l'une sur l'autre, faisant ensemble au moins trois pieds.

XVI.

On élevera en même tems, les pieds droits, les pilliers buttans, & les murs des pignons au dessous de la voûte, que l'on terminera en dos d'asne, ou cape de bâtardeau, avec des pentes de part & d'autre, dirigées comme celles des égoûts d'un toit; le tout en brique sans moilonnage, à cause de la gelée. Sur la superficie desdites pentes, on fera une crémaillerie, dont les intervalles seront proportionnés selon la longueur de la tuile & son crochet, afin d'observer le pureau ordinaire, pour quel effet on préferera toujours la tuile au grand moule à celle du petit, l'un & l'autre posées en bon mortier ordinaire, & encore mieux en mortier de ciment, ou tout au moins moitié de l'un & de l'autre de ces derniers, bien mêlés ensemble, & la couverture faite en bonne saison.

XVII.

Si on ne veut pas mettre en usage lesdites crémaillieres, on encastrera à sec dans la maçonnerie les pannes sablieres ou ventrieres, & les chevrons de bois de chêne, espacez de quatre à la latte, que l'on laissera déborder de toute l'épaisseur de ladite latte, pour recevoir le crochet de la tuile, & posée en mortier comme ci-devant.

XVIII.

Et si l'on vouloit couvrir d'ardoise, au lieu de lattes volisses, on mettra de bons feüillets de chêne bien sec, cloüés avec deux clous à chaque chevron, avec des contre-lattes de sciage, sur lesquelles on posera l'ardoise attachée au moins avec trois clous chacune, observant toujours le pureau ordinaire; & en ces deux derniers

cas, il faudra abſolument mettre un entablement de pierres de taille, ou de briques de cant; avec une platte forme de charpente au deſſus, pour recevoir & retenir les pas des chevrons, au bas deſquels on pourra mettre des coyaux; mais cela eſt bien ſujet au feu, & empêche de voir les endroits par où les eaux de pluyes peuvent tomber ſur la maçonnerie, & la dégrader; & quant aux couvertures de dales de pierre, non ſeulement elles chargent trop, mais elles ſont encore ſujettes à s'éclater, & fendre par les neiges & les grandes gelées, & les mortiers s'affament, & c'eſt toûjours à recommencer à les reparer.

XIX.

Les bayes des deux portes des pignons, auront chacune quatre pieds de large, ſur ſept & demi de hauteur, voûtées en plein ceintre, leurs pieds droits garnis de pierres de taille, avec deux battées; les deux fenêtres au deſſus auront chacune trois pieds de large, ſur cinq de hauteur, avec double battée, & voûtées en ceintre ſubaiſſé.

XX.

Les doubles fermetures des bayes deſdites portes, ſeront faites à deux venteaux avec des planches de bon bois de chêne bien ſec, de deux pouces d'épaiſſeur, bien jointes à feüilleures l'une contre l'autre, garnies par leurs derrieres de bonnes barres de pareil bois, & bien cloüées avec des clous picarts, rivés par le dedans; les volets des fenêtres ſeront ſimples, mais avec des bois & planches des mêmes qualités, & les unes & les autres recouvertes avec des lames de tôle de Hollande, cloüées ſur les planches, & rivés auſſi par le derriere, garnis de leurs gonds, pentures, pivots, ou pioches, avec des crapaudines ſellées en plomb dans des dez de grès; des bonnes ſerrures à boſſes à doubles tours, toutes differentes, avec des bons & forts verroüils.

XXI.

La voûte bien achevée & couverte, on la laiſſera ceintrée pendant cinq ou ſix mois, pour donner le tems au mortier de ſe conſolider & faire corps avec les briques; après quoi on la déceintrera tout doucement par travée, & non tout à la fois; on la reparera en tous les lits & les joints avec bon mortier blanc & reciré; on déblayera les bois & les décombres, faiſant place nette.

XXII.

XXII.

Enſuite on mettra tout le ſolle ou aire du Magazin bien dreſſé, battu & de niveau un pied plus haut que le rez-de-chauſſée, ſur lequel on poſera des poutrelles de huit pouces quarrés, ſoit en longrines, ou en traverſines, de deux pieds de milieu en milieu, en ſorte qu'il ne reſte plus que ſeize pouces d'intervalle entr'elles, dont la hauteur ſera arraſée avec des eſcarbilles, ou mâche-fer provenant des forges des ferruriers ou marêchaux ; & après les avoir bien arrangés, & battus pour remplir tous les vuides, on remettra du charbon de bois juſqu'à fleur du deſſus deſdites poutrelles, ſur leſquelles on poſera le plancher de madriers au moins de deux pouces d'épaiſſeur bien chevillés, & proprement joints enſemble, ainſi que les chantiers pour ranger les barriques, & le tout de bon bois de chêne bien ſec, ſans aubier ni gerſures, lequel plancher ſera tenu un pied plus haut que le rez-de-chauſſée, par lequel on montera par deux marches de ſix pouces chacune, faiſant les feüils des deux portes avec battée par le bas, pour qu'on n'y puiſſe pas introduire du feu.

XXIII.

Paver ſur ſix pieds de large tout autour dudit Magazin avec des carreaux de grès de ſept à huit pouces quarrés à leur face, ſur huit à dix de queuë, poſés ſur un couchis ou forme de ſable de huit à neuf pouces de hauteur, bien battus au refus de la demoiſelle, & mis en pente de ſix pouces depuis le parement des gros murs allant vers le petit mur d'enceinte, qui doit être un pied & demi ou deux pieds plus bas avec des petites ouvertures ou tuyaux de deux ou trois pouces, pour ſervir d'écoulement aux eaux qui tomberont des égouts des toits, pour éviter les humidités ; & ſi ledit pavé étoit poſé en bon mortier de ciment, il ſeroit encore meilleur.

XXIV.

Ledit petit mur d'enceinte ou d'enveloppe, ſera fondé ſolidement avec deux retraites de trois pouces de part & d'autre, & réduit enſuite à un pied & demi d'épaiſſeur ſur dix à douze pieds de hauteur plus ou moins ſelon la ſituation du Magazin, fait en mêmes materiaux que ci-devant.

Toute la maçonnerie qui compoſera ce Magazin, y compris la voûte & les angles de pierres de taille, ſera payée à la toiſe cube, ſans y comprendre aucun vuide.

La maçonnerie du petit mur d'enceinte ſera payée à la toiſe quarrée d'un pied & demi d'épaiſſeur réduite.

Les terres à la toiſe cube, déblai & remblai compris.

Les bois de charpente payés au cent de ſolives miſes en œuvre.

Les portes à la piéce.

Les fenêtres à la piéce.

Les gros fers au cent de livres peſant, poids de marc.

Les ſerrures avec leurs clefs & verroüils à la piece, miſes en place.

La tole au cent de livres peſant poids de marc, la poſe & clous compris.

Le pavé de grès à la toiſe quarrée ſelon ſa conſtruction. Au ſurplus on mettra à l'ordinaire toutes les conditions auſquelles on voudra obliger les Entrepreneurs, ainſi que de fournir bonne & ſuffiſante caution tant pour la ſûreté des deniers du Roy qui leur ſeront délivrés, que pour la garantie de leurs ouvrages un an & jour après leur reception.

Comme il n'y a point de maçonnerie nouvellement faite, qui ne face, on ne faſſe quelque affaiſſement, plus ou moins, ſelon la bonne ou mauvaiſe qualité des materiaux, j'eſtime que pour plus de ſolidité en la conſtruction d'un Magazin à poudre, d'où peut dépendre la conſervation ou la perte d'une Place, qu'il ne faudroit rien faire avec précipitation, & qu'après que la fondation ſeroit miſe à hauteur de la retraite, il faut la couvrir de gros fumier & de terre au deſſus miſe en dos d'âne, pour l'écoulement des neiges & eaux des pluyes; afin de laiſſer repoſer, affaiſſer, & conſolider les mortiers pendant ſix mois, & au printems enſuite la découvrir par un beau tems, la bien balayer, repaſſer le niveau par tout; & après avoir rétabli ce qui pourroit y avoir de dégradé, élever les murs au deſſus juſqu'à la naiſſance de la voûte, en les arraſant toûjours à même hauteur, après quoi les couvrir & laiſſer repoſer comme ci-devant; l'année enſuite faire la voûte avec toutes ſes appartenances, la couvrir de tuile ou d'ardoiſe, & ne la décintrer que ſix mois après, & toûjours par petites travées pour ne lui pas cauſer de grands ébranlemens, ainſi que cela eſt arrivé à quelques endroits que la bienſeance ne permet pas de citer; faire enſuite ſon plancher avec les chantiers & ſon mur d'enceinte ou d'enveloppe.

Fait à ſaint Quentin, le 22. Janvier 1729. DE MUZ.

Voici le Devis de la Citerne de Calais que j'ai promis dans le quatriéme Livre; il ne contient rien de particulier dont je n'aye fait mention en parlant de la Citerne de Charlemont, mais il ſervira d'exemple, & pourra avoir ſon utilité.

DEVIS DE CE QUI EST A FAIRE ET A OBSERVER pour la conſtruction d'une Citerne qui recevra les eaux de pluye qui tombent ſur l'Egliſe Paroiſſiale de Calais.

PREMIEREMENT.

REMUEMENT DES TERRES.

APrès que les alignemens auront été tracées à l'Entrepreneur, pour faire l'excavation & la foüille des terres qu'il faudra ôter, il les enlevera juſqu'à la profondeur du deſſus des eaux des puits circonvoiſins, les tranſporrera & les applanira le plus uniment que faire ſe pourra, ſur la partie du cimetiere du côté du midi, ſuivant toute ſa longueur & ſa largeur, & ſingulierement dans les endroits les plus bas. *Planche* 34.

Les vieux materiaux provenans de la démolition du petit mur du parvis, les pavés, les arbres & tous autres appartiendront à la Fabrique de ladite Egliſe, qui s'en ſaiſira à meſure de la démolition d'iceux, laquelle ſera faite par l'Entrepreneur, & les tranſportera où bon lui ſemblera, afin que ledit Entrepreneur n'en reçoive point d'embarras après la conſtruction de ladite Citerne; il remblaira derriere la maçonnerie par dehors & à ſes dépens, les trous qu'il conviendra; leſquelles terres il battera avec une batte du poids de trente livres, & les mettra en état de recevoir le pavé qui ſera fait au tour.

CHARPENTE.

Il mettra des madriers ou bordages de bois de chêne de quatre pouces d'épaiſſeur ſur toute la largeur de la maçonnerie des murs de fondation, leſquels ſeront bien équarris & à vive arête.

MAÇONNERIE.

QUALITE'S DE LA CHAUX.

Elle ſera faite avec des pierres de la côte de Boulogne du blanc bleu, cuites à propos par gens à ce entendus, & éteintes de même; laquelle ſera bien remuée, broüillée & coulée en baſſin pour être mieux détrempée & purgée ſoigneuſement de toutes les pierres qui

n'auront point été éteintes, ni penetrées par la violence du feu, & par conſequent mal cuites.

QUALITE'S DU SABLE.

Il ſera du plus pur qui ſe trouvera dans le pays ſans mélange, & paſſé à la claye, laquelle ſera fort fine, afin qu'il ne s'y trouve point de galets.

COMPOSITION DU MORTIER.

La chaux & le ſable étant préparés, & de la qualité ci-deſſus ſpecifiée, le mortier de toute la maçonnerie de Brique en ſera compoſé, ſçavoir avec deux cinquiémes de chaux & trois cinquiémes de ſable bien broüillés & battus à quatre repriſes en quatre jours différens avant la miſe en œuvre.

QUALITE'S DE LA BRIQUE.

Elle ſera toute de même échantillon, la mieux cuite que faire ſe pourra, & faite avec bonne terre bien maniée & bien corroyée, & la plus entiere, en ſorte que les morceaux n'ayent pas moins que demi Brique de long, faute de quoi ils ſeront rebutés ſans être mis en œuvre; l'Entrepreneur fera charger & décharger à la main ladite brique deſſus les tomberaux & banneaux qui la voitureront, afin qu'il y en ait moins de caſſées.

QUALITE'S DU MORTIER DE CIMENT.

Celui qui ſera employé aux renduits & citernaux tant du dedans que du deſſus, ſera fait avec tuileaux de vieilles tuiles bien cuites, ſans qu'il y ſoit employé aucune Brique; il ſera bien battu, pulveriſé & paſſé au tamis du Boulanger, & le mortier fait avec deux cinquiémes de chaux vive de Boulogne, & trois cinquiémes dudit ciment, le tout bien battu, & démêlé tous les jours conſecutivement juſqu'à ce qu'il ſoit employé.

Après que les materiaux ci-deſſus mentionnés auront été préparés ſur les lieux tels, & de la qualité qu'ils ſont ſpecifiés par les articles précedens de ce Devis, & que l'Entrepreneur aura préparé en dernier lieu l'endroit où ſera établi la fondation de ladite Citerne, ſuivant les alignemens qui lui auront été marqués, & qu'il aura creuſé la fondation auſſi bas qu'il ſe pourra, après l'avoir bien éga-

liſée, & miſe de niveau, il poſera à l'endroit des murs des madriers ou bordages de bois de chêne à vive arête de quatre pouces d'épaiſſeur, ſur leſquels la maçonnerie deſdits murs ſera établie, & en même tems celle du fond de la Citerne ſuivant les longueurs, hauteurs & épaiſſeurs marquées au plan & profil qui ſeront joints au Devis; toute la maçonnerie du fond de la Citerne, des côtés & du mur du milieu, ſera faite avec bonne Brique & chaux de Boulogne, ainſi qu'il eſt ci-deſſus ſpecifié, à la reſerve du citernage marqué au milieu des murs, qui ſera fait avec quatre aſſiſes de briques poſées de plat & à bain de ciment, dans toute l'étenduë du fond, obſervant de recouvrir chaque lit de ciment bien & proprement étendu & repaſſé à la truelle, en ſorte qu'il ne reſte pas la moindre apparence de joints, ce qui ſera repeté autant de fois qu'il y aura de lits de Briques; le citernage des côtés ſera auſſi de briques, mais poſées de cant & en liaiſon l'une après l'autre, & chaque lit recouvert & renduit de ciment foüetté, liſſé & repaſſé à la truelle autant de fois auſſi qu'il y aura d'aſſiſes de Briques. Comme ce citernage eſt très-important, l'Entrepreneur aura un ſoin très particulier qu'il ſoit bien fait, & y veillera ſans ceſſe.

RENDUITS AU TOUR DU DEHORS DANS LA CITERNE.

En élevant la maçonnerie des pieds droits & des pignons, il ſera fait un renduit par le dehors d'icelle, depuis le bord de la fondation juſqu'à la hauteur des plus hautes eaux de la mer, lorſqu'elle ſera miſe dans le canal qui paſſe au travers de la Ville en cas de beſoin.

Le renduit ſera fait avec chaux de Boulogne & ſable conditionné comme celui de la maçonnerie, il aura un pouce d'épaiſſeur, & ſera paſſé à la truelle, liſſé & reliſſé pour fermer les gerſures, avec un liſſoir de bois ou d'acier bien poli, & en ce faiſant il ſera employé un lit de chaux, après quoi les terres ſeront miſes derriere la maçonnerie pour ne pas laiſſer le tems au ſoleil d'y cauſer de nouvelles gerſures.

Après la conſtruction de la Citerne, & que les voûtes auront été déceintrées, les joints du dedans ſeront creuſés & approfondis de quatre lignes avec un petit fer recourbé, & les briques du parement piquées à la pointe du marteau pour donner plus de tenuë au ciment, enſuite de quoi on commencera par en foüetter les joints, & après les avoir remplis, il ſera fait un enduit par deſſus de l'épaiſſeur de dix à douze lignes, lequel ſera battu contre le mur avec des liſſoirs de buis, ou de fer bien poli; après quoi on le repaſſera tous

les jours une fois pendant douze ou quinze jours, juſqu'à ce qu'il ſoit parfaitement ſec, l'arroſant à chaque fois de lait de ciment avec un bouchon; le mur du milieu ſera renduit de même que ceux des côtés, & avant le fond de la Citerne qui ne ſera mis que le dernier en état.

Les puits de pompes & les citerneaux ſeront renduits avec la même précaution que la ſuſdite Citerne.

Le renduit & le citernement de la clôture ſera fait avec les mêmes ſoins, & avec le même mortier que celui du dedans de la Citerne, en le relevant de quinze pouces le long des côtés, & dirigeant les ruiſſeaux avec pente à une gargoüille qui verſera dans un petit citerneau fait exprès.

Après que ce citerneau aura été fait dans les heures du jour que l'ardeur du ſoleil dominera le moins, & qu'il ſera ſombre, il ſera recouvert avec des paillaſſons de roſeaux, qui ſeront levés toutes les fois qu'on le reliſſera; & auſſi-tôt remis pour éviter que la grande précipitation du deſſéchement n'y faſſe de gerſure, s'il ſe faiſoit en plein ſoleil.

On le couvrira enſuite par un lit de gros ſable tout du long, ſpecialement dans le ruiſſeau où il faudra le doubler, après quoi le ſurplus ſera rempli de terres qui ſeront battuës par lits afin de les affermir, & recouvertes avec gazon plat.

Après que la maçonnerie ſera élevée au niveau du rez-de-chauſſée, le pourtour exterieur d'icelle ſera bordé de deux aſſiſes de pierres de taille de douze pouces de hauteur au moins, laquelle ſera de la carriere de Landretun, ou de la côte de Boulogne, au choix de l'Entrepreneur, dont les pierres ſeront bien dégauchies & proprement taillées au ciſeau & au poinçon, de huit pouces ſur le plat & ſix ſur les joints montans, poſées en liaiſon de ſix pouces au moins à côté de chaque, & avec boutiſſes de vingt à vingt-deux pouces au moins de queuë, & pannereſſes de quatorze à ſeize pouces; le ſurplus du parement exterieur de ladite maçonnerie, ſera bordé du haut en bas & tout au tour de ladite Citerne avec autant d'aſſiſes que beſoin ſera, de doubles carreaux de Boulogne bien épincés, & proprement mis en œuvre avec les plus petits joints qu'il ſera poſſible, leſquelles aſſiſes ſeront poſées de niveau & en bain de mortier de la même qualité que celui de la pierre de taille; le même Entrepreneur fera auſſi les auges, puits, margelles & citernaux avec des entrées dans la Citerne, & petites guerites ſervant de couvertures & de fenêtres audit puits, à quoi il ſera employé la pierre de taille néceſſaire, & le tout toiſé à la toiſe cube, de même que la maçonnerie de brique.

Les citernaux auront trois pieds de diametre dans œuvre, & les auges ſeront traverſées de barreaux de fer pour poſer les ſeaux deſſus, quand on voudra les remplir d'eau ; il ſera fait un petit cordon de pierre de taille autour de ladite Citerne à quatre pieds au deſſous du couronnement du parapet, dont le parement ſera fait avec doubles carreaux de Boulogne, & recouvert par deſſus avec une tablette de ſix pouces d'épaiſſeur, de douze à quinze pouces de queuë pour les pannereſſes, & de dix-huit à vingt pour les boutiſſes, laquelle ſera de pierres de taille de la carriere de Landretun, ou de la côte d'Embleteuze, au choix de l'Entrepreneur, proprement taillées au ciſeau & au poinçon, & poſées en bain de mortier de ciment conditionné comme ci-deſſus, ayant deux pouces de ſaillie, & un pouce de pente ſur pied par le deſſus.

Le deſſus du parapet ſera fait avec bonnes briques poſées en liaiſon & en bain de mortier de Boulogne, & le couronnement d'icelui ſauf la tablette, fait avec Briques poſées de bout & de cant avec pareille pente que celle de ladite tablette, & aſſiſes en bain de mortier & de ciment.

Le gravier qui ſera mis ſur la teiture ainſi qu'il a été dit dans les citernaux, ſera du galet du plus fin & du plus délié, de celui du ban de pierres hors de la baſſe Ville, après avoir été paſſé à la claye fort fine & fort déliée, & enſuite lavé & relavé avec de l'eau douce, juſqu'à ce qu'il la rende auſſi claire qu'il l'aura reçûë, après quoi il ſera apporté dans des tonneaux recouverts pour empêcher qu'il ne s'y communique aucune ſaleté, avant que d'être mis ſur ladite teiture & dans leſdits citernaux.

PAVÉ.

Ledit Entrepreneur fera le pavé néceſſaire au dehors de ladite Citerne lequel ſera de la côte de Boulogne bien épincé, de ſix à huit pouces de queuë, poſé par routes ſur douze à quinze pouces d'épaiſſeur de ſable avec les pentes neceſſaires ; obſervant de le battre avec la demoiſelle par deux repriſes.

Il livrera & mettra en place les tuyaux de plomb, chaîneaux & cuvettes neceſſaires pour la conduite des eaux dans ladite Citerne.

Il fournira auſſi la ſoudure néceſſaire pour ſouder leſdits tuyaux, il livrera & mettra en œuvre tout le fer blanc néceſſaire aux tuyaux, chaîneaux & autres endroits, au cas qu'il ſoit trouvé à propos d'y en employer ; il livrera pareillement les ferrures des pompes, gonds & autres choſes néceſſaires à les mettre en place. S'il eſt jugé à pro-

pos par l'Ingenieur en chef d'augmenter ou diminuer les épaiſſeurs de la maçonnerie, l'Entrepreneur ne pourra pas prérendre qu'il ſoit rien changé aux dimenſions de la toiſe cube d'icelle, ni qu'il lui ſoit rien payé de ſurplus, au cas qu'il y eût donné de plus grandes épaiſſeurs que celles portées par le plan & profil ci-joint, & au cas qu'il les eût diminuées, cette diminution lui ſera déduite ſur le toiſé. Tous les ſuſdits ouvrages ſeront rendus faits & parfaits dans le quinziéme d'Août prochain, ſujets à viſites, reception & toiſé. Sçavoir,

Les terres à la toiſe cube une fois en déblai ſeulement.

La charpente du bois de chêne miſe en œuvre au cent de ſolives.

La maçonnerie à la toiſe cube y compris les renduits interieurs & exterieurs.

Toute la pierre de taille, & la graiſſerie de doubles carreaux, ſans que l'Entrepreneur puiſſe rien prétendre pour le vuide des voûtes, ni pour les frais de la charpente des ceintres qu'il fera à ſes dépens.

Le galet mis ſur la teiture & dans les citerneaux conditionnés, comme il eſt dit au Devis ci-deſſus, auſſi à la toiſe cube.

Le pavé de graiſſerie au tour de ladite Citerne, à la toiſe quarrée.

Le plomb mis en œuvre au cent peſant poids de Paris.

La ſoudure auſſi à la livre & au même poids.

Le fer blanc au pied quarré mis en œuvre.

La ferrure des pompes, gonds & autres ouvrages, au cent de livres peſant, & au même poids; & ſeront payés,

	Liv.	*ſols.*
Les terres, à	3.	10.
Le cent de ſolives de bois de chêne,	395.	
La toiſe cube de maçonnerie,	61.	
La toiſe cube de galets,	18.	
La toiſe quarrée de pavé,	7.	
Le cent de plomb,	20.	
La livre de ſoudure,		12.
Le pied quarré de fer blanc,		14.
Le cent de gros fer,	18.	

Je crois qu'en voilà aſſez ſur le Devis, ce ſeroit vouloir groſſir ce Livre mal-à-propos, que d'en rapporter un plus grand nombre; on trouvera à la fin du ſecond Volume tous ceux qui peuvent appartenir à l'Architecture Hydraulique.

Fin du ſixiéme & dernier Livre du premier Volume.

TABLE
DES CHAPITRES
ET DES PRINCIPAUX SUJETS
CONTENUS
DANS CE PREMIER VOLUME.

LIVRE PREMIER.

Où l'on enſeigne la maniere de ſe ſervir des principes de la mécanique pour donner les dimenſions qui conviennent aux revêtemens des ouvrages de Fortification, pour être en équilibre avec la pouſſée des terres qu'ils ont à ſoûtenir.

CHAPITRE Premier. *Où l'on donne la maniere de trouver les centres de gravité de pluſieurs Figures*, page 5

CHAP. II. *Où l'on enſeigne comme on trouve l'épaiſſeur des murs que l'on veut mettre en équilibre par leur réſiſtance avec les puiſſances qui agiſſent pour les renverſer lorſque ces murs ſont élevés à plomb des deux côtez.* 11

CHAP. III. *Où l'on détermine quelle épaiſſeur il faut donner au ſommet des murs qui ſont élevés à plomb d'un côté & en talud de l'autre, pour que ces murs puiſſent être en équilibre par leur réſiſtance avec la pouſſée qu'ils ont à ſoûtenir.* 16

CHAP. IV. *De la maniere de calculer la pouſſée des terres*

que ſoûtiennent les revêtemens de Terraſſes & de Remparts, afin de ſavoir l'épaiſſeur qu'il faut leur donner. 29

Uſage d'une Table pour trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux revêtemens de Terraſſes & à ceux des Remparts de Fortification. 43

CHAP. V. *De la conſideration des murs qui ont des contreforts.* 50

Paralelle du profil general de Mr de Vauban, avec des regles des Chapitres précedens. 67

LIVRE SECOND.

Qui traite de la Mécanique des Voûtes, pour montrer comme s'en fait la pouſſée, & la maniere de déterminer l'épaiſſeur de leurs Pié-droits.

CHAPITRE I. *Où l'on enſeigne comme ſe fait la pouſſée des Voûtes, & où l'on rapporte quelques principes tirés de la mécanique pour en faciliter l'intelligence.* 2

CHAP. II. *De la maniere de calculer l'épaiſſeur des Pié-droits des Voûtes en plein ceintre pour être en équilibre par leur réſiſtance avec la pouſſée qu'ils ont à ſoûtenir.* 10

CHAP. III. *De la maniere de trouver l'épaiſſeur des Pié-droits des Voûtes ſurbaiſſées, en tiers-points, en platte-bande & celle des culées des Ponts de maçonnerie.* 30

Table pour connoître la portée des Vouſſoirs, depuis leur intrados à leur extrados, pour toute ſorte de grandeur d'Arche. 52

CHAP. IV. *Qui comprend des régles pour trouver l'épaiſſeur des Voûtes de toute ſorte d'eſpece par le ſeul calcul des nombres pour l'intelligence de ceux qui ne ſavent pas l'Algebre.* 54

LIVRE TROISIE'ME.

Qui comprend la connoiſſance des matériaux, leur proprieté, leur détail & la maniere de les mettre en œuvre.

CHAPITRE I. *Où l'on fait voir les proprietés des differentes ſortes de Pierre dont on ſe ſert pour bâtir.* 2

CHAP. II. *Où l'on conſidere les qualités de la Brique, & la maniere de la fabriquer.* 5

CHAP. III. *Où l'on fait voir les qualités de la Chaux & la maniere de l'éteindre.* 7

CHAP. IV. *Où l'on explique les qualités du Sable, de la Pozzolanne & du Plâtre.* 9

CHAP. V. *De la compoſition du mortier.* 14

CHAP. VI. *Des détails qui ont raports à la conſtruction de la Maçonnerie.* 22

Table de la peſanteur d'un pied cube de pluſieurs matieres. 25

Détail de la Chaux & du Sable. 26

Détail de la Brique. ibid.

Détail du moilon. 27

CHAP. VII. *Qui comprend pluſieurs inſtructions ſur l'établiſſement & la conduite des Travaux.* 29

CHAP. VIII. *Du tranſport & remuëment des Terres.* 35

CHAP. IX. *De la maniere de faire les fondemens des Edifices dans toute ſorte d'endroits, & principalement dans le mauvais terrein.* 47

CHAP. X. *Où l'on enſeigne comme l'on doit employer les materiaux qui compoſent la maçonnerie.* 67

Explication de pluſieurs Tables ſervant à déterminer les dimenſions de toute ſorte de revêtement de maçonnerie. 74

CHAP. XI. *De la conſtruction des Soûterrains, & comme*

l'on applique ſur leur Voûte les chapes de Ciment. 79
CHAP. XII. *De la maniere de conſtruire les ouvrages de Terraſſes.* 84
Reglement de Monſieur le Maréchal de Vauban, pour la conduite des travaux. 90

LIVRE QUATRIE'ME.

Qui traite de la conſtruction des Edifices Militaires & Civils.

CHAPITRE I. *Des qualités du bois qui entre dans la Charpente.* 2
CHAP. II. *Où l'on fait voir la maniere de calculer ou d'eſtimer la force des principales piéces de Charpente qui s'employent dans les Bâtimens.* 7
Principes ſur la réſiſtance du bois en general. 8
CHAP. III. *Où l'on raporte pluſieurs experiences faites ſur la force du Bois que l'on applique enſuite à l'uſage qu'on en peut faire dans la conſtruction des Edifices.* 15
CHAP. IV. *Des bonnes & mauvaiſes qualités du Fer.* 31
CHAP. V. *Des Portes que l'on fait aux Villes de Guerre.* 35
Conſtruction de la Sinuſoïde. 41
Application de la Sinuſoïde aux Pont-Levis qui ſervent à fermer l'entrée des Villes. 43
CHAP. VI. *Des Ponts dormans qui ſervent à faciliter l'entrée des Villes de Guerre.* 49
CHAP. VII. *Des Corps de Garde en general, des Guerites & Latrines.* 56
CHAP. VIII. *De la diſtribution des ruës dans les Villes de Guerre.* 59
CHAP. IX. *Des Magaſins à Poudre & Arſenaux pour les munitions de Guerre.* 62
CHAP. X. *Des Cazernes, de l'Hôpital, de la Priſon &*

des Maiſons de Bourgeois. 72
Reglemens pour les Particuliers qui bâtiſſent dans une Place neuve. 77
CHAP. XI. *De la Cantine, de la Glaciere, de la Boulangerie & des Moulins à moudre le Bled.* 79
CHAP. XII. *De la Conſtruction des Puits & Citerne.* 82
CHAP. XIII. *Où l'on donne les regles generales que l'on doit obſerver dans la conſtruction des Bâtimens.* 88
CHAP. XIV. *Qui comprend pluſieurs détails neceſſaires à l'execution des Bâtimens.* 97
Détail de la Charpente, des Combles, des Planchers, de la Menuiſerie des Portes & Fenêtres. Ibid.
Détail des Couvertures de Thuile & d'Ardoiſe. 99
Détail de la Vitrerie. 102
Détail du Pavé de Grais, de celui de Brique & de Carreaux. 103

LIVRE CINQUIE'ME.

Où l'on enſeigne tout ce qui peut appartenir à la décoration des Edifices.

EXPLICATION *des termes propres aux ordres d'Architecture.* 6
CHAP. I. *Où l'on explique les proprietés des moulures & de leurs ornemens.* 9
CHAP. II. *De la connoiſſance des cinq ordres en general.* 12
CHAP. III. *De l'ordre Toſcan.* 15
CHAP. IV. *De l'ordre Dorique.* 18
CHAP. V. *De l'ordre Ionique.* 22
Maniere de tracer la Volute Ionique. 27
CHAP. VI. *De l'ordre Corinthien.* 29
CHAP. VII. *De l'ordre Compoſite.* 33
Remarques ſur les cinq ordres en general, ſuivies de l'explication de quelques fragmens des plus beaux Edifices antiques.

de Rome. 37
CHAP. VIII. *Des Colomnes & de leurs diminutions, des Perſiques & des Cariatides.* 44
Maniere de renfler les Colomnes. 45
CHAP. IX. *De la proportion des Pilaſtres & des Frontons.* 49
CHAP. X. *Des Periſtiles ou Colomnates, des Arcades & des Niches.* 55
CHAP. XI. *De l'aſſemblage des ordres, ou de pluſieurs ordres mis les uns ſur les autres.* 60
CHAP. XII. *De la diſtribution & de la décoration des Edifices en general.* 68

LIVRE SIXIE'ME.

Qui comprend la maniere de faire les devis pour la conſtruction des Fortifications & celle des Bâtimens Civils.

MODELE *de Devis pour une Place neuve telle que le Neuf-Briſack.* 5
Dimenſions des parties principales de la Place. 6
Qualité & façon des materiaux qui ſeront employés auſdits ouvrages. 19
Conſtruction des ouvrages de Fortification. 23
Conditions élementaires du Dévis d'un Bâtiment Civil. 41
De la forme des Adjudications, des Formalités qu'on y obſerve & du ſtile dans lequel elles ſont conçûës. 46
Devis & conditions des Cazernes qui ont été conſtruites à Bethune en 1728. 51
Mémoire pour ſervir à la diſtribution des bois employés aux Cazernes précedentes. 56
Devis pour la conſtruction d'un Magaſin à Poudre très-ſolide de 10 *toiſes de longueur ſur* 4 *de largeur.* 67
Devis de la grande Citerne de Calais. 75

Fin de la Table.

APPROBATION.

J'AY lû par l'Ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux un Manuſcrit qui a pour titre *la Science des Ingenieurs dans la conduite des Travaux de Fortification ;* & j'ai crû que l'Impreſſion de cet Ouvrage ſeroit plaiſir à ceux qui ſont dans ces Travaux, & ſeroit d'une grande utilité. FAIT à Paris le 25 May 1728. SAURIN.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS par la Grace de Dieu, Roy de France & de Navarre : A nos Amez & Feaux Conſeillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maître des Requêtes ordinaire de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Senechaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra ; SALUT. Notre très-Cher & bien Amé le Sieur BELIDOR, Commiſſaire Ordinaire de notre Artillerie & Membre correſpondant des Academies Royales des Sciences de France, d'Angleterre & de Pruſſe : Nous ayant fait remontrer qu'il avoit compoſé un Ouvrage qui a pour titre *la Science des Ingenieurs dans la conduite des Travaux de Fortification* par ledit Sieur Belidor, qu'il ſouhaiteroit faire imprimer & donner au Public, s'il nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilege ſur ce neceſſaires, offrant pour cet effet de le faire imprimer en bon Papier & beaux Caracteres, ſuivant la Feüille imprimée & attachée pour modele ſous le contre-Scel des Preſentes. A ces cauſes, voulant traiter favorablement ledit Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces Preſentes, de faire imprimer ledit Livre cy-deſſus ſpecifié, en un ou pluſieurs Volumes, conjointement ou ſéparément, & autant de fois que bon lui ſemblera, ſur Papier & Caracteres conformes à ladite Feüille imprimée & attachée ſous notredit contre-Scel, & de le vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le tems de huit années conſécutives, à compter du jour de la date deſdites Preſentes. Faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'Impreſſion Etrangere dans aucun lieu de notre obéïſſance, comme auſſi à tous Libraires, Imprimeurs & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Livre cy-deſſus expoſé en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns extraits ſous quelque prétexte que ce ſoit d'augmentation, correction, changement de titre ou autrement, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de quinze cens livres d'amende contre chacun des Contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, l'autre tiers audit Expoſant, & de tous dépens, dommages & intereſts. A la charge que ces Preſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'Impreſſion de ce Livre ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs ; & que l'Impetrant ſe conformera aux Reglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725. & qu'avant que de l'expoſer en vente,

le Manuſcrit ou Imprimé qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Livre, ſera remis dans le même état où l'Approbation aura été donnée, ès mains de notre très-Cher & Féal Chevalier Garde des Sceaux de France, le Sieur CHAUVELIN; & qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre bibliotheque publique; un dans celle de notre Château du Louvre & un dans celle de notredit très-Cher & Féal Chevalier Garde des Sceaux de France, le Sieur Chauvelin; le tout à peine de nullité des Preſentes: Du contenu deſquelles vous Mandons & Enjoignons de faire joüir l'Expoſant ou ſes Ayans cauſes, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la Copie deſdites Preſentes qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Livre, ſoit tenuë pour dûement ſignifiée, & qu'aux Copies collationnées par l'un de nos Amez & Feaux Conſeillers & Secretaires, foy ſoit ajoûtée comme à l'original. Commandons au Premier notre Huiſſier ou Sergent de faire pour l'execution d'icelles tous Actes requis & neceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant Clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à ce contraires. CAR tel eſt notre plaiſir. Donné à Paris le quatriéme jour de Juin l'An de Grace mil ſept cens vingt-huit, & de notre Regne le treiziéme. Par le Roy en ſon Conſeil. *Signé*, FOUBERT.

Regiſtré ſur le Regiſtre VII. de la Chambre Royale & Syndicale de la Librairie & Imprimerie de Paris, N° 156. folio 134. conformément au Reglement de 1723. Qui fait défenſes Art. IV. à toutes perſonnes de quelque qualité qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir les Exemplaires preſcrits par l'Article CVIII. du même Reglement. A Paris le 25 Juin 1728. J. B. COIGNARD, *Syndic.*

J'ai cedé au Sieur Claude Jombert l'aîné, Libraire à Paris, ſelon les conventions faites par écrit entre Nous, le Privilege general que j'ai obtenu du Roy le 4 Juin 1728. d'un Ouvrage qui a pour titre *la Science des Ingenieurs dans la conduite des Travaux de Fortification.* Pour en joüir comme choſe à lui appartenante. Fait à Paris le 8 Avril 1729. BELIDOR.

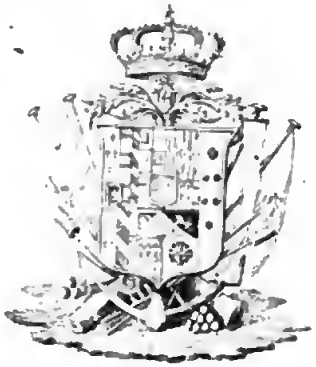
Regiſtré ſur le Regiſtre VII. de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, page 284. conformément aux Reglemens, & notamment à l'Arreſt du Conſeil du 13 Aouſt 1703. *A Paris le 8 Avril* 1729.

J. B. COIGNARD, *Syndic.*

609698

REALE OFFICIO TOPOGRAFICO

III Armadio.



Scansia III.

N.° 10